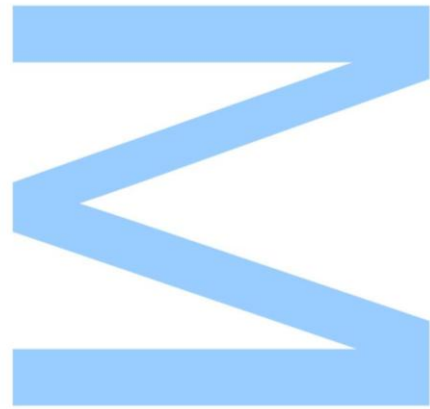




# Gestão de diabetes em Smartphone

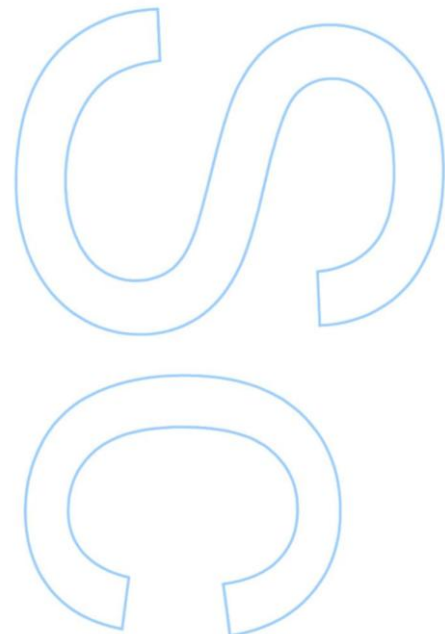


**João António Duarte da Graça**

Mestrado integrado em Engenharia de Redes e Sistemas Informáticos  
Departamento de Ciência de Computadores  
2013

**Orientador**

Prof. Doutor Pedro Brandão, DCC-FCUP



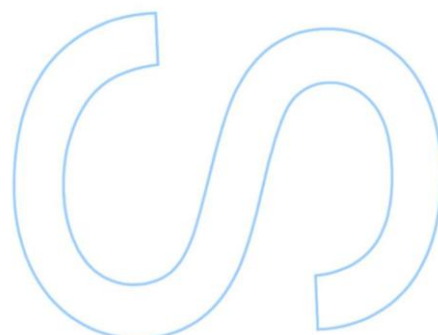
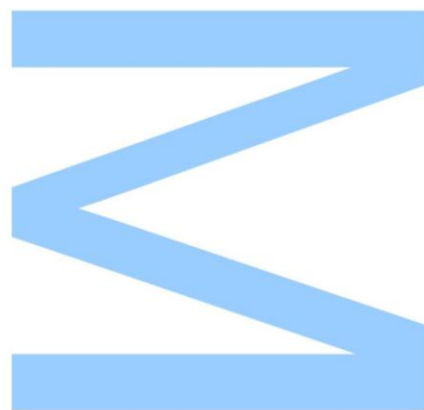




Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_





## **Agradecimentos**

O meu primeiro agradecimento vai indiscutivelmente para o Professor Pedro Brandão, que foi incansável na orientação desta tese. Os seus conselhos, revisões e correções foram fundamentais para a realização desta tese. Um muito obrigado professor, considero-me um sortudo em ser seu orientando.

Agradeço ao Dr. David Carvalho e Dr. Celestino Neves do serviço de endocrinologia do H. de S. João, a Dra. Carla Guerra e Dra. Diana Martins do serviço de endocrinologia e nutrição do H. Santos Silva pela ajuda prestada e pelo aconselhamento. Da mesma forma, agradeço a Dra. Cristina Queirós, da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da U.P. pela ajuda disponibilizada na realização e correção dos questionários.

Indiscutivelmente os amigos foram as pessoas que me levantavam a moral, quando esta já entrava em queda. Foram eles também que me colocaram à prova a minha vontade de realizar esta tese, insistindo muitas vezes para me "distrair", por isso agradeço a eles esses convites, terem aceite todas as recusas e me continuarem a convidar.

A minha família, que foi quem me deu esta oportunidade, sem ela possivelmente não seria possível. Toda a força que me deram e o apoio constante, não só durante a tese mas ao longo de todo o percurso académico.

# Resumo

Os pacientes com diabetes tipo 1 necessitam de um controlo bastante rigoroso da sua doença. Este controlo é conseguido através do registo dos níveis de glicose, a glicemia, hidratos de carbono ingeridos, exercício físico, entre outros fatores que influenciam a condição da doença. O paciente deve registar todos os níveis medidos bem como a insulina administrada, adicionando notas a esses registos, para posteriormente poder rever as suas decisões e avaliar esses resultados. Nesta análise é também importante a discussão com o seu médico, com a maior quantidade de informação possível. O correlacionamento desta informação nem sempre é fácil, frequentemente os registos são feitos em papel o que torna difícil para o paciente e o seu médico rever e interpretar os dados registados para posterior aconselhamento sobre o controlo da doença. Para ajudar o doente e o médico no controlo da diabetes, desenvolveu-se uma aplicação para *smartphones* que ajudará o doente a manter os seus registos atualizados, com um desenho simples, orientado ao processo ao invés de direcionado ao registo. Deste modo pretende-se facilitar a utilização da aplicação, direcionando o doente durante o registo de medições. A informação é guardada, no processo, para posterior análise e edição/tratamento de dados. A apresentação das medições tanto na aplicação como num relatório é feita de forma simples e de fácil interpretação, relacionando os registos entre si para uma melhor interpretação. Além, dos registos mais importantes para o controlo glicémico, a aplicação permite ainda guardar outras informações relacionadas com a saúde do doente, desde peso, pressão arterial, colesterol e outras doenças. A arquitetura desenvolvida permitirá ainda implementar avisos inteligentes ao doente, mediante registos feitos por este, de forma a ajudá-lo e guiá-lo num melhor controlo da doença.

# Abstract

Patients with type 1 diabetes require a very strict control of their disease. This control implies registering and analysing blood glucose levels, carbohydrate intake, exercise, and other factors that influence the disease. Patients should record all measurements, insulin administered with the possibility of adding notes to these records so to, later be able to review their decisions and evaluate these results. It is also important to discuss this analysis with their doctor, with the greatest amount of information possible. Correlating this information is not always easy, usually, records are kept on paper, making it difficult for the patient and the doctor to review and interpret the data recorded for further advice on disease control. To assist the patient and the doctor, an application was developed for smartphones that will help patients to keep their records updated with a simple design, process oriented rather than focused on registering data. Thus, we aim to facilitate the use of the application, directing the patient during the recording of measurements. As is expected, in the process, the information is registered for further analysis and data manipulation. The presentation of measurements, both in the application as in generated reports, is made simple and easy to interpret, relating the records to each other for better interpretation. In addition to the most important records for glycemic control, the application also allows storing other information related to the patient's health, from weight, blood pressure, cholesterol to other diseases. The framework developed will also implement intelligent warnings for the patient by based on the records in order to help and guide in better control of the disease.

# Conteúdo

<b>Conteúdo</b>	<b>vii</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>viii</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>ix</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Cuidados de saúde em diabetes e tecnologia . . . . .	2
1.2 Descrição do problema . . . . .	3
1.3 Proposta de solução . . . . .	4
<b>2 Estado de Arte</b>	<b>6</b>
2.1 Diabetes Mellitus . . . . .	6
2.2 Interação Pessoa-Máquina . . . . .	7
2.3 Aplicações de Gestão de diabetes . . . . .	8
2.3.1 OnTrack Diabetes . . . . .	9
2.3.2 Glucose Buddy : Diabetes Log . . . . .	10
2.3.3 DiabetesPlus . . . . .	11
2.3.4 Diabetes UK . . . . .	12
2.3.5 Comparativo entre aplicações . . . . .	13
<b>3 Arquitetura</b>	<b>15</b>
3.1 Requisitos . . . . .	15
3.2 Desenho da Aplicação . . . . .	17
3.3 Desenho da Base de dados . . . . .	18
3.4 Observações . . . . .	25



<b>4</b>	<b>Implementação</b>	<b>26</b>
4.1	Tecnologias usadas . . . . .	26
4.1.1	SQLite . . . . .	26
4.1.2	Android OS . . . . .	27
4.1.2.1	Support Library . . . . .	28
4.1.3	ActionBarSherlock . . . . .	29
4.1.4	Holo Everywhere . . . . .	29
4.1.5	droidText . . . . .	29
4.1.6	Java . . . . .	29
4.2	Base de Dados . . . . .	30
4.2.1	Conversão do modelo Entidade e Relação Estendido (EER) - Relacional . . . . .	30
4.2.2	Normalização . . . . .	32
4.2.3	Otimizações . . . . .	32
4.3	Aplicação . . . . .	34
4.3.1	Estruturas para acesso a base de dados . . . . .	39
4.3.2	Layouts e menus . . . . .	41
4.3.3	Configurações . . . . .	43
4.3.4	Registos . . . . .	47
4.3.5	Relatório e salvaguarda da base de dados . . . . .	49
4.4	Observações . . . . .	51
<b>5</b>	<b>Resultados</b>	<b>52</b>
5.1	Resultados da aplicação . . . . .	52
5.1.1	Alertas ao utilizador . . . . .	52
5.1.2	Introdução de dados assistida . . . . .	55
5.1.3	Auto-adição de dados . . . . .	55
5.1.4	Relatório . . . . .	56
5.2	Questionário . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>61</b>
6.1	Trabalho futuro . . . . .	62
	<b>Referências</b>	<b>64</b>

<b>A</b>	<b>Acrónimos</b>	<b>68</b>
<b>B</b>	<b>Relatório da aplicação</b>	<b>69</b>
<b>C</b>	<b>Questionário</b>	<b>72</b>

# Lista de Tabelas

2.1	Comparativo de funcionalidades das aplicações apresentadas nesta seção . . . . .	14
5.1	Registos realizados atualmente pelos inquiridos . . . . .	58
5.2	Importância dada pelos inquiridos aos diferentes registos e funcionalidades	59
5.3	Sistema operativo dos telemóveis dos inquiridos . . . . .	60

# Lista de Figuras

2.1	Capturas de ecrã da aplicação OnTrack Diabetes . . . . .	9
2.2	Capturas de ecrã da aplicação Glucose Buddy . . . . .	10
2.3	Capturas de ecrã da aplicação DiabetesPlus . . . . .	12
2.4	Capturas de ecrã da aplicação Diabetes UK . . . . .	13
3.1	Diagrama de uso . . . . .	18
3.2	Modelo EER - Utilizador . . . . .	19
3.3	Modelo EER - Relação Utilizador-Registo . . . . .	19
3.4	Modelo EER - Registos de glicemia, HbA1c, Colesterol e Peso . . . . .	20
3.5	Modelo EER - Registos de Insulina . . . . .	21
3.6	Modelo EER - Registos de Hidratos de Carbono . . . . .	21
3.7	Modelo EER - Registos de Exercício . . . . .	22
3.8	Modelo EER - Registos de Doença . . . . .	23
3.9	Modelo EER - Registos de Pressão Arterial . . . . .	23
3.10	Modelo EER . . . . .	24
4.1	Arquitetura do Android . . . . .	28
4.2	Exemplo de uma relação num modelo relacional . . . . .	30
4.3	Modelo Relacional - Utilizador . . . . .	31
4.4	Modelo Relacional da Base de Dados (BD) . . . . .	31
4.5	Nomalização da relação Reg_Insulina . . . . .	32
4.6	Modelo Relacional da BD após alterações . . . . .	34
4.7	Diagrama de classes referente as atividades e fragmentos da aplicação . . . . .	35
4.8	Ciclo de vida de uma atividade, Fonte: [1] . . . . .	36
4.9	Sistema de <i>Back Stack</i> , Fonte: [2] . . . . .	37

4.10 Padrão de uso da Action Bar e Menu Principal . . . . .	38
4.11 Parte do ficheiro <i>AndroidManifest.xml</i> onde é apresentado a estrutura da atividade <i>BloodPressure</i> . . . . .	39
4.12 Exemplo de estrutura criada para manipulação de dados na BD . . . . .	40
4.13 Diagrama de classes referente às estruturas e utilização para listagens .	41
4.14 Ecrãs principais de acesso aos registos e configurações . . . . .	42
4.15 Ecrãs principais de acesso aos registos e configurações . . . . .	42
4.16 à esquerda apenas está disponível o botão de gravar e à direita está disponível eliminar e atualizar. . . . .	43
4.17 Ecrã para o utilizador inserir os dados pessoais . . . . .	44
4.18 Abas de configurações e fragmento das fases do dia . . . . .	45
4.19 Abas de objetivos de glicemia e insulinas . . . . .	46
4.20 Abas de exercícios e doenças . . . . .	47
4.21 Atividade de registo de Refeição . . . . .	48
4.22 Listagem dos últimos registos de insulina . . . . .	48
4.23 Edição de um registo de glicemia . . . . .	49
4.24 Fragmento de criação de relatório . . . . .	50
4.25 Fragmento de salvaguarda e restauro da BD . . . . .	51
5.1 Ecrã na primeira utilização da aplicação e ecrã de introdução de infor- mação do utilizador . . . . .	53
5.2 Indicação de não haver insulinas a administrar e ecrã de gestão de insulinas . . . . .	54
5.3 Introdução de nova insulina . . . . .	54
5.4 Registo de refeição e uso da seta direcional para deslocamento para o próximo campo . . . . .	55
5.5 Registo de doença, com preenchimento assistido . . . . .	56

# Capítulo 1

## Introdução

A diabetes mellitus é doença metabólica caracterizada pelo aumento dos níveis de glicose no sangue. Este problema é, em muitos casos, devido a um funcionamento deficitário ou inexistente do pâncreas, o que leva a que os níveis da glicose, a glicemia, fique descontrolada. Os pacientes que sofrem desta condição e cujo o controlo é incorreto/deficitário poderão ter episódios de hiperglicemias, valores elevados da glicemia ou hipoglicemias, valores reduzidos [3].

Apesar da glicose ser a principal fonte de energia do organismo humano, em excesso pode causar vários problemas, desde pequenos sintomas como comichão e sensação de fome constante [4], até casos mais graves, como problemas de visão ou até enfartes do miocárdio [5].

Em Portugal, a prevalência da diabetes na população com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos em 2011 era de 12,7%, já a incidência de novos casos em 2011, estima-se ser de cerca de 652 em cada 100 000 habitantes [6].

A Diabetes *mellitus* divide-se essencialmente em três sub-tipos de diabetes, Tipo 1, Tipo 2 e Gestacional.

A diabetes tipo 1 é também referida por Insulino-Dependente, é a forma mais rara de diabetes do três tipos supracitados, atingindo cerca de 5-10% dos casos de diabetes [7]. Nesta forma de diabetes o organismo não produz insulina devido a destruição total ou quase total das células do pâncreas responsáveis pela sua produção (células  $\beta$ ) [8]. Esta destruição é provocada por um processo auto-imune geralmente devido a

vírus ou toxinas, afetando principalmente jovens [3]. A insulina produzida pelas células  $\beta$  é essencial ao funcionamento do organismo, sem insulina as células não absorvem a glicose, a principal fonte de energia. Este fenómeno leva à destruição das células por falta de energia [3].

A diabetes tipo 2 é mais comum e pode ser controlada sem recorrer à administração de insulina, neste caso o organismo consegue produzir insulina mas em quantidades insuficientes. Frequentemente as pessoas diagnosticadas com diabetes tipo 2, são obesas, fazem pouco ou nenhum desporto e seguem uma alimentação inadequada [9]. A diabetes Gestacional, aparece apenas nas mulheres quando grávidas e desaparece no término da gravidez. No entanto, cerca de 50% das mulheres diagnosticadas com diabetes Gestacional vêm a desenvolver diabetes Tipo 2 [10].

O tipo de diabetes alvo é diabetes mellitus tipo 1, apesar de ser o tipo de diabetes mais raro, é o que necessita de mais cuidados e controlo.

## 1.1 Cuidados de saúde em diabetes e tecnologia

Associar cuidados de saúde e tecnologia, principalmente portátil, traz vantagens para os doentes. Destas vantagens pode-se enunciar portabilidade, mobilidade, dar suporte ao doente, entre outras [11]. Devido à condição de saúde dos diabéticos, estes são responsáveis por fazer o controlo da sua doença para que esta não traga complicações acrescidas ao seu estados de saúde. Quando existe suporte tecnológico, quer seja através de *smartphones*, telemóveis ou dispositivos desenvolvidos para cuidados de saúde, os diabéticos tendem a melhorar a condição da diabetes [11].

Os diabéticos em geral, usando tecnologias para ajudar o controlo da diabetes, melhoraram a sua doença [12]. Desde os níveis da Hemoglobina Glicosilada (*HbA1c*), glicose, ajustes para administração de insulina e o estado geral da diabetes. O aconselhamento via telemóvel, por mensagens de texto, revelou ser uma mais valia trazendo melhorias no controlo da doença [13].

O uso de tecnologias para o controlo de diabetes continua a dar provas de que melhora a condição da diabetes. Um estudo envolvendo 27207 pessoas revelou que diabéticos que realizam os seus registos em suporte eletrónico controlam melhor a sua doença

em comparação aos que fazem em papel [14].

## 1.2 Descrição do problema

Os doentes diagnosticados com diabetes Tipo 1 que necessitem de controlo mais rigoroso dos níveis de glicemia no organismo veem-se obrigados a fazer um registo da glicemia bem como de hidratos de carbono e doses de insulina administradas. Esses registos feitos em papel podem tornar-se extensos, e de difícil interpretação. O doente para uma melhor gestão dos níveis de glicemia deve interpretar estes dados e aprender com eles para mais facilmente manter os níveis de glicemia normais.

Numa posterior revisão, os doentes podem não conseguir associar o que foi ingerido com a contagem realizada; uma fotografia da refeição iria ajudar nessa tarefa. Sem esta opção torna-se mais difícil a autoavaliação por parte do doente para corrigir futuros desvios aprendendo com os mesmos.

É também usual, os doentes nas suas consultas periódicas com o seu médico, facultarem os registos feitos para que o médico possa melhor aconselhar o paciente. Este aconselhamento é importante para que o doente mais facilmente consiga manter os níveis de glicemia normais e melhorar a sua qualidade de vida. Estes registos feitos no papel, conjugados com outros registos que possam influenciar os níveis de glicemia, como por exemplo, exercício físico ou episódios de stress no dia-a-dia, podem ser de difícil compreensão e análise.

O registo de exercício físico é importante na medida em que este atua como regulador da glicemia. A análise do mesmo e saber quais os efeitos de uma sessão de exercício nos níveis de glicemia pode ser difícil, principalmente em papel. Tal como o exercício físico, os episódios de stress podem influenciar a diabetes negativamente. Registrar estes episódios e associar notas aos mesmos em papel, dificultará a posterior análise e revisão, e consequentemente se foram ou não influentes nos níveis de glicemia.

Em ocasiões excecionais o paciente pode não fazer o seu registo por nem sempre trazer consigo o *livro de registos* e, por exemplo, necessitar de ingerir algumas quantidades de hidratos de carbono em situações de exercício físico inesperado [15], não apontando essa ingestão, que pode dificultar a análise do médico.



Outra dificuldade que têm os doentes ao registar os dados em papel é agrupá-los e analisá-los por fases do dia. Este agrupamento de dados por fases do dia pode ajudar a traçar o perfil do diabético e o registo em papel dificulta esta tarefa. Esta informação é importante para posteriormente o médico analisar mais facilmente, por exemplo, os valores de glicemia pré-prandial (antes da refeição) e pós-prandial (após a refeição).

Com base nos problemas acima mencionados, o principal objetivo do trabalho é dar uma ferramenta ao diabético para auto-educação e ajuda na gestão da sua doença, bem como melhorar a interação e discussão com o seu médico a fim de obter melhor *feedback* sobre a sua doença.

### 1.3 Proposta de solução

O diabético tipo 1 no seu dia-a-dia, tem necessidade de registar as doses de insulina, hidratos de carbono, níveis de glicemia, exercício físico, entre outros registos [15]. A qualidade de vida dos diabéticos, bem como a mobilidade e portabilidade motivou o desenvolvimento de uma aplicação que agregue estes registos num dispositivo que atualmente está em ascensão, o *smartphone*. Cada vez mais as pessoas são dependentes do seu telemóvel, levando-o consigo para todo o lado. Assim, os doentes não terão de transportar mais um item consigo para fazer os registos necessários para o seu dia-a-dia e podendo além de fazer os registo, verificar facilmente o seu histórico diário de todos os registo, não deixando de registar qualquer informação importante para o seu melhor acompanhamento e controlo para mais tarde.

Os objetivos da solução são:

- Registar níveis de glicemia;
- Registar quantidades de hidratos de carbono ingeridos;
- Registar insulina administrada;
- Registar sessões de exercício físico;
- Registar períodos de stress e doenças;
- Registar fotografias das refeições;

- Outros registo médicos.

Com base nestes registos implementar um sistema de avisos para alertar o doente no caso de, por exemplo, ter feito exercício físico há pouco tempo, ajustar a dose de insulina e ajudar no cálculo da insulina mediante o seu fator de sensibilidade e rácio de hidratos de carbono.

Para a auto-monitorização, facultar gráficos para melhor compreensão das oscilações dos dados registados para promover o auto-controle da doença.

A aplicação será desenvolvida para equipamentos com o sistema operativo Android, isto porque tenho à disposição mais equipamentos para fazer testes reais da aplicação.

Para melhor atender as necessidades dos potenciais utilizadores foi realizado um inquérito a diabéticos tipo 1. Este inquérito teve como objetivo avaliar a familiaridade dos utilizadores com *smartphones* e a necessidade que tinham de efectuar registos. No entanto, devido a resposta tardia, os resultados foram usados para validar as opções tomadas no desenvolvimento da aplicação, apresentados na secção [5.1.4](#).

## Capítulo 2

# Estado de Arte

Neste capítulo é apresentado em mais detalhe a doença da *Diabetes Mellitus* dando foco à variante *tipo 1* da mesma, é também descrito o estudo realizado ao nível de Interação Pessoa-Máquina (IPM), a análise de algumas aplicações já disponíveis para ajuda na gestão de diabetes em *smartphones* Android e as suas características. O desenho e desenvolvimento deste tipo de aplicação, deve ser focado no utilizador, de forma a ser este o principal beneficiado com o seu uso [12].

### 2.1 Diabetes Mellitus

Como já referido no capítulo anterior, a diabetes mellitus é uma doença metabólica que é caracterizada pelo descontrolo da glicemia. Atualmente ainda não existe, para nenhum dos tipos de diabetes mellitus, uma cura, mas com o acompanhamento regular e tratamento é possível dar aos doentes qualidade de vida e saúde. O tratamento e controlo dos doentes com Diabetes Mellitus tipo 1 é mais exigente na medida em que estes têm de monitorizar com mais regularidade os níveis de glicemia, administrar várias vezes por dia insulina e ter especial cuidado com a alimentação.

O tratamento consiste em replicar, o mais aproximadamente possível, o funcionamento do pâncreas, fornecendo ao organismo a insulina necessária para a glicose existente no sangue. A glicose no sangue surge do processo de digestão, onde é transformada a partir de hidratos de carbono ingeridos bem como de outros alimentos. Neste processo,

parte da glicose é transformada em glicogénio e armazenado no fígado, enquanto a restante é enviada para a corrente sanguínea para alimentar as células [3]. O pâncreas, através das células  $\beta$  liberta pequenas quantidades de insulina à medida que os níveis de glicemia no organismo aumentam, para que esta se mantenha nos valores normais. Para que as células consigam absorver a glicose necessitam da insulina, pois esta é a hormona responsável por ativar os transportadores de glucose das células. Se o doente com diabetes tipo 1 não administrar insulina no organismo, as células não irão absorver glucose, levando a hiperglicemias, que em casos graves pode levar a ataques de coração ou até mesmo morte.

## 2.2 Interação Pessoa-Máquina

No design de uma aplicação, um dos fatores cruciais é o seu interface com o utilizador. A disciplina de IPM, estuda este problema e a forma de desenvolver interfaces e sistemas interativos. Como um dos objetivos deste trabalho é facilitar a utilização da aplicação pelos utilizadores, vamos descrever nesta secção alguns pontos tidos em conta para o desenvolvimento da aplicação no que respeita à IPM.

IPM é uma área, em geral, de ciência de computadores [16], interdisciplinar, que já foi definida de várias formas [17]. Apesar de não haver ainda uma definição *standard* para esta área de estudos, uma bastante comum e que engloba várias disciplinas é «*Interação Pessoa-Máquina é uma disciplina focada no design, avaliação e implementação de sistemas informáticos interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenómenos que os cercam*» [18].

Donald A. Norman definiu uma sequencia de estados para a interação entre o utilizador e o sistema, os *objetivos*, a *execução* e *avaliação* [19]. Dividiu ainda estes estados em sete fases: uma fase para objetivos, três para execução e três para avaliação. Estas fases são respetivamente:

- Definir o objetivo
- Definir a intenção
- Especificar a ação

- Executar a ação
- Perceber o estado do sistema
- Interpretar o estado do sistema
- Avaliar o estado do sistema no âmbito dos objetivos e intenções

É com base nestas fases que a interface da aplicação foi desenvolvida, como referido na secção 4.3.

Com o objetivo de a aplicação a ser desenvolvida chegar aos mais variados grupos etários, foi usado o grupo etário mais velho para base do desenvolvimento da aplicação. Para este grupo etário é necessário que a interface seja mais simples e as ações a serem realizadas pelos utilizadores não sejam complexas [20].

Com base no estudo realizado por Roxanne Leitão [20], para ecrãs de *smartphones* é recomendado o uso de botões para responder ao toque com aproximadamente 10,5mm quadrados, que é uma medida pouco acima da aconselhada pelas recomendações do sistema Android. Estas recomendam entre 7mm a 10mm [21].

Além das dimensões, os gestos que devem ser implementados nas aplicações para *smartphones*, quando estas têm por objetivo serem utilizadas por pessoas de idade mais avançada são o toque e o *swipe* (deslizar) [20]. O recurso a apenas estes gestos, deve-se com a capacidade das pessoas mais velhas os aprenderem e usarem [20]. Outros gestos como duplo toque, segurar e afastar demonstraram ser de difícil aprendizagem e poucas pessoas, no estudo realizado, o utilizaram [20].

## 2.3 Aplicações de Gestão de diabetes

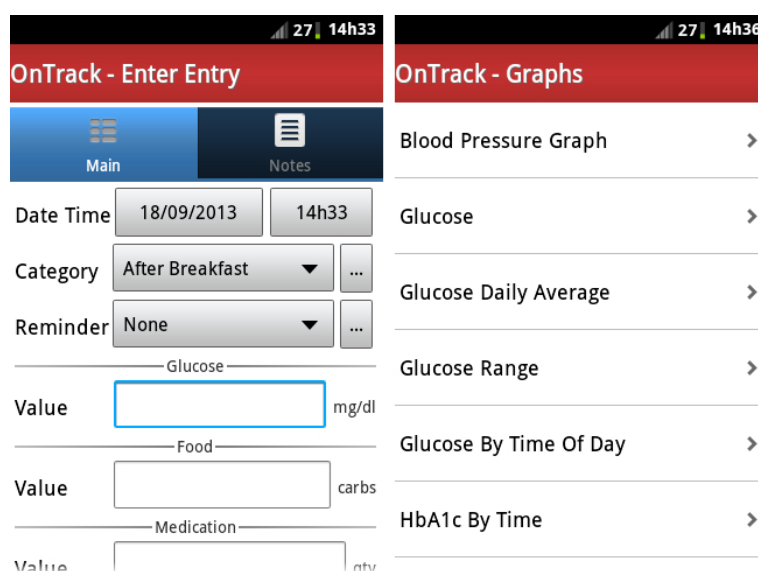
Nesta secção, são apresentadas algumas aplicações gratuitas disponíveis na loja online *Google play* para gestão de diabetes, referindo algumas características das mesmas. A escolha das aplicações apresentadas, baseou-se na possibilidade de instalar em várias versões do Sistema Operativo (SO) Android, principalmente desde a versão 2.3.3 até a mais recente. Estas aplicações foram instaladas num *smartphone* Android para ter melhor perceção das características das mesmas e usabilidade.

### 2.3.1 OnTrack Diabetes

Esta aplicação permite o registo de glicemia, hidratos de carbono, exercício, insulina, peso, pressão arterial, pulso, HbA1c. A aplicação apresenta dois métodos de registo: vários registos em simultâneo ou em separado. No ecrã da esquerda da figura 2.1 é mostrado a opção de vários registos em simultâneo. Para ambos os métodos apresenta sempre a possibilidade de adicionar uma nota ao registo. Já o relatório apresenta problemas de visualização. Este é de dimensões muito superiores ao ecrã, fazendo com que o utilizador necessite de o visualizar por partes.

Tem a possibilidade de rever o histórico através de gráficos, contudo o menu que dá acesso aos gráficos é confuso, como pode ser observado no ecrã direito da figura 2.1. Este apresenta várias opções, levando ao utilizador ficar indeciso e não saber o mais apropriado às suas necessidades. A exportação dos dados está apenas disponível em formato de *.csv*, *.xml* e *.html*.

Esta aplicação está apenas disponível em inglês.



**Figura 2.1:** Capturas de ecrã da aplicação OnTrack Diabetes

### 2.3.2 Glucose Buddy : Diabetes Log

Esta aplicação permite o registo de glicemia, medicação, comida, atividade física, peso, pressão arterial e HbA1c. O ecrã principal da aplicação tem bastantes ícones tornando a aplicação um pouco confusa. Para a inserção de um novo registo, o ecrã é preenchido por vários componentes, fazendo com que se sobreponham, ocultando algumas caixas de texto.

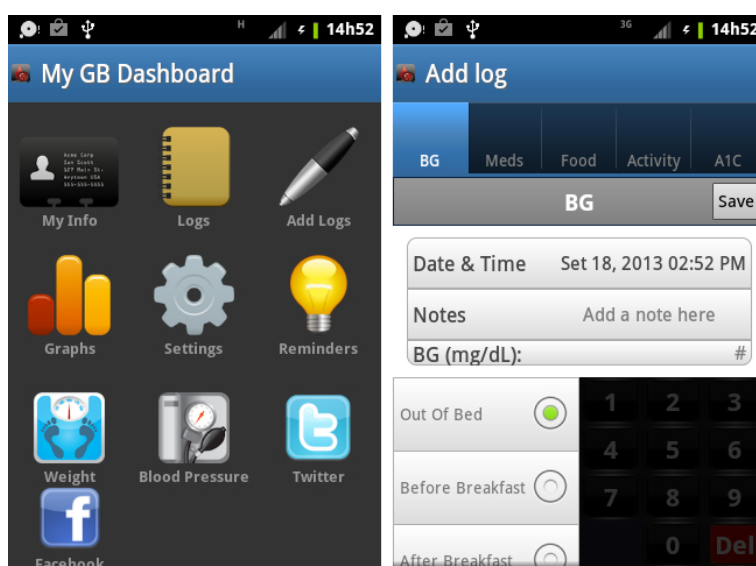
Para rever os registo efetuados, são disponibilizadas duas formas de o fazer, por lista onde é possível selecionar os tipos de registos, à exceção do peso e da pressão arterial, ou então através de um calendário, selecionando o dia pretendido.

Para exportar os dados, apenas está disponível exportação de um ficheiro no formato *csv*.

Apesar de alguns problemas acima descritos, é uma aplicação que permite guardar vários tipos de registos e tem a possibilidade de ver as oscilações de glicemia num gráfico.

Esta aplicação está apenas disponível em inglês.

Na figura 2.2, é apresentado à esquerda a captura de ecrã no menu principal da aplicação e na direita o ecrã de registo de glicemia.



**Figura 2.2:** Capturas de ecrã da aplicação Glucose Buddy

### 2.3.3 DiabetesPlus

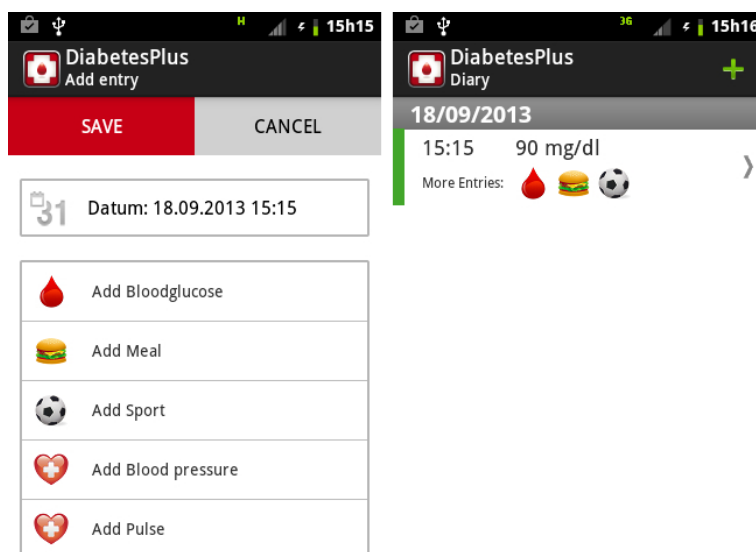
Esta aplicação permite o registo de glicemia, insulina de ação rápida e longa, refeição, atividade física, pressão arterial, batimento cardíaco, peso e notas. No ecrã inicial são apresentados todos os registos, o que por um lado pode ser bom para o utilizador poder verificar os seus últimos registos, mas a forma como são apresentados esses registo não é de fácil compreensão. Devido à aplicação permitir numa só entrada o registo de todas as possibilidades de dados, faz com que a informação não seja toda apresentada, dificultando então a interpretação da mesma. A informação de insulina administrada é escolhida a partir de uma lista predefinida na aplicação. Esta restrição também existe para o exercício físico efetuado. Este interface restringe a aplicação a estas opções, não dando flexibilidade ao utilizador.

Esta aplicação permite a exportação em **PDF** dos registo efetuados, o que torna mais fácil mostrar o relatório ao médico que acompanha o doente. A aplicação permite ainda ver gráficos apenas da glicemia, em dois formatos, *linecharts* onde são apresentados os registos de glicemia ao longo do tempo e *piecharts* onde são apresentadas quantidades de registos de glicemia por intervalo de valor de glicemia, por exemplo <70mg/dl; entre 56mg/dl e 130mg/dl, etc.

Apesar de ser uma aplicação versátil, tem alguns problemas de usabilidade e de interface e apenas é disponibilizada em inglês.

E possível ver capturas de ecrã da aplicação na figura 2.3, onde na esquerda é apresentado o ecrã de registos e na direita o histórico de leituras.





**Figura 2.3:** Capturas de ecrã da aplicação DiabetesPlus

#### 2.3.4 Diabetes UK

A aplicação, recentemente disponível para dispositivos Android, foi a vencedora do prémio *Third Sector Excellence Awards 2012: Use of Digital Media* com a versão para [SO iOS](#) [22]. A versão para Android não está bem adaptada, visto que a aplicação por vezes bloqueia, obrigando o utilizador a forçar o fecho da mesma. Esta aplicação na versão Android, devido ao *layout* ser uma cópia do *layout* iOS, não é intuitiva, dificultando a sua utilização. Em alguns ecrãs as funcionalidades não estão operacionais.

No entanto, a aplicação regista valores de: glicemia, hidratos de carbono, insulina, peso e permite visualização de gráficos. Alguns registos importantes não são suportados pela aplicação, nomeadamente registo de exercício físico, doenças e Hemoglobina Glicosilada ([HbA1c](#)). O cálculo de insulina também não é realizado pela aplicação.

A aplicação não está disponível em Português, o que impossibilitaria o uso a pessoas que não tenham conhecimentos de inglês.

Na figura [2.4](#), é possível ver capturas de ecrã da aplicação, onde na esquerda é apresentado o ecrã de registos e na direita o histórico de leituras.

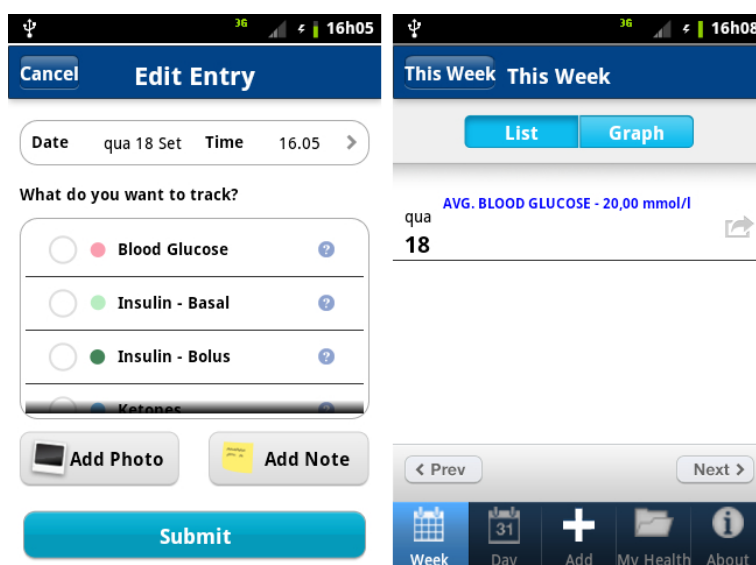


Figura 2.4: Capturas de ecrã da aplicação Diabetes UK

### 2.3.5 Comparativo entre aplicações

Através da tabela 2.1 pode-se analisar as funcionalidades de cada aplicação. Uma das ferramentas que facilita os diabéticos não está presente em nenhuma das aplicações analisadas, o cálculo de insulina. Sem esta funcionalidade, o diabético é obrigado a realizar o cálculo das doses de insulina a administrar, que para pessoas de idade mais avançada pode tornar-se uma tarefa difícil. O registo de doenças é também uma das faltas nas aplicações analisadas, e apenas umas das 3 aplicações exporta os dados no formato pdf, que é o formato mais simples e que mantém a apresentação/formatação do documento em qualquer dispositivo, incluindo as impressoras. No entanto, a exportação no formato .csv poderá ser útil para, em alguns casos que o utilizador é mais experiente, tratar e manipular os dados de forma a extrair outras informações.

A idioma das aplicações é outros dos problemas, nenhuma delas disponibiliza a aplicação em Português. Desta forma, pessoas que não sabem Inglês ficariam impossibilitadas de utilizar a aplicação.

Durante a procura e seleção destas aplicações, foram encontradas aplicações em português mas que não cumpriam os requisitos de poderem ser instaladas em várias versões do SO Android. Existe ainda uma aplicação desenvolvida em conjunto pela Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal (APDP) e a Fundação Vodafone

Funcionalidade	OnTrack Diabetes	Glucose Buddy	DiabetesPlus	Diabetes UK
Registo de glicemia	Sim	Sim	Sim	Sim
Registo de Insulina	Sim	Sim	Sim	Sim
Registo de H. Carbono	Sim	Sim	Sim	Sim
Registo de Exercício	Sim	Sim	Sim	Não
Registo de Doenças	Não	Não	Não	Não
Registo de Peso	Sim	Sim	Sim	Sim
Registo de Pressão Arterial	Sim	Sim	Sim	Não
Registo de Colesterol	Não	Não	Não	Não
Registo de HbA1c	Sim	Sim	Não	Não
Formatos de exportação	csv, xml, html	csv	pdf	csv
Visualização de gráficos	Sim, mas pouco intuitivo	Apenas glicemia	Apenas glicemia	Sim
Calculo de insulina	Não	Não	Não	Não
Língua	Inglês	Inglês	Inglês	Inglês
Envio de relatório por e-mail	Sim	Sim	Sim	Sim

**Tabela 2.1:** Comparativo de funcionalidades das aplicações apresentadas nesta secção

Portugal, no entanto esta aplicação visa o controlo da diabetes à distancia. Com esta aplicação, o doente envia os dados para a [APDP](#) por SMS, e-mail ou chamada de voz, ficando os registos no sistema informático da [APDP](#) [23].

## Capítulo 3

# Arquitetura

Neste capítulo são descritos os requisitos do sistema e a forma como foram adquiridos, é apresentado o desenho conceptual da aplicação e bem como o modelo da base de dados para suportar a aplicação.

### 3.1 Requisitos

Para a definição de requisitos, foram realizadas reuniões com os médicos dos serviços de endocrinologia dos Hospitais Santos Silva em Vila Nova de Gaia e S. João no Porto. O objetivo destas reuniões foi de ter a as necessidades de um sistema de gestão de diabetes por parte dos médicos que acompanham os doentes e ter o seu *feedback* em relação ao projeto.

Muitos dos utentes destes serviços com Diabetes Mellitus Tipo 1, usam os próprios medidores de glicemia para manter esse registo, mas o problema apontado pelo médicos é que a interface do dispositivo não é intuitivo, causando muitas dúvidas nos pacientes, levando até mesmo que as consultas periódicas se transformem em aulas de explicação de como funciona estes dispositivos.

O registo de doenças e outras condições como stress, foram apontadas como importantes para o controlo glicémico, visto que estes podem influenciar os níveis de glicose no sangue. Ter suporte para estes registo seria importante na medida em que os médicos conseguiriam melhor avaliar o dia dos diabéticos e perceber se estas

oscilações eram causadas por estes fatores. Atualmente poucos são os doentes que fazem este tipo de registo, mas disponibilizando suporte para fazer estes registos poderia levar a que mais doentes os fizessem e ajudaria o médico a melhor aconselhar o paciente.

O cálculo exato da insulina a administrar é outro ponto importante, visto que para tentar reproduzir o mais aproximadamente possível o funcionamento do pâncreas, as doses de insulina devem ser administradas mediante a necessidade do organismo para manter os níveis de glicemia normais. Vários pacientes fazem o cálculo baseado na experiência de anos com diabetes, o que pode levar a oscilações indesejadas. Este calculo é baseado no fator de sensibilidade e no rácio insulina/hidratos de carbono. O fator de sensibilidade define-se pelo nível de glicemia reduzido por unidade de insulina, enquanto que o rácio insulina/hidratos de carbono representa a insulina necessária para neutralizar os hidratos de carbono ingeridos [3].

Ter a possibilidade de definir previamente na aplicação o nível de glicemia a atingir durante as várias fases do dia é outro fator relevante. Nas consultas, o paciente com indicação do seu médico define esses objetivos de glicemia, por exemplo, durante o dia deve administrar insulina para que a glicemia atinja 90 mg/dl e durante a noite 120 mg/dl. Com esta informação introduzida na aplicação, o paciente tem o cálculo automático das doses de insulina a administrar, tendo esse objetivo em conta.

O registo de exercício com a respetiva duração e intensidade também é importante. O exercício sendo um regulador de glicemia deve ser registado para que o médico posteriormente possa analisar o histórico e entender melhor como o exercício e a sua intensidade afeta os níveis de glicemia de um determinado paciente.

Suporte para registar outros eventos seria interessante, como colesterol, peso e pressão arterial, podendo o doente também ter uma visão mais geral do seu estado de saúde.

Outro aspeto também referido, é a possibilidade de a aplicação alertar o paciente para realizar, por exemplo, leituras de glicemia em situações de hipoglicemia ou hiperglicemia. Tornando a aplicação não só num suporte para registar o dia-a-dia do diabético mas também numa ferramenta mais interativa.

## 3.2 Desenho da Aplicação

Para o desenho da aplicação, tive de ter em mente alguns passos e regras de *design* [20, 21]. O principal objetivo da aplicação é ser simples e prática, fazendo com que o utilizador consiga navegar pelos menus de forma simples e perceptível, indo assim ao encontro dos assuntos discutidos nas secções 3.1 e 2.2.

Para atingir estes objetivos, e tendo em conta os requisitos discutidos na secção anterior, o desenvolvimento da aplicação tem sempre em mente a perspetiva do utilizador com o objetivo de ser de simples utilização.

A aplicação, irá disponibilizar controlos de introdução ao utilizador de forma a que este apenas introduza valores válidos, por exemplo, apenas será mostrado o teclado numérico para introdução de valores de leituras. Outros controlos serão implementados, por exemplo, verificação dos dados a introduzir na Base de Dados (BD) e e suas referências a outras tabelas, fazendo com que se tenha mais um nível que garanta a integridade dos dados introduzidos. Todo este processo é oculto ao utilizador, sendo apenas mostrado alguma mensagem caso não tenha sido possível guardar os dados, tornando assim a utilização da aplicação mais cómoda para o utilizador.

Na figura 3.1 apresenta-se o diagrama de uso, onde pode ser observado como a aplicação está desenhada para o utilizador poder aceder às suas funcionalidades.

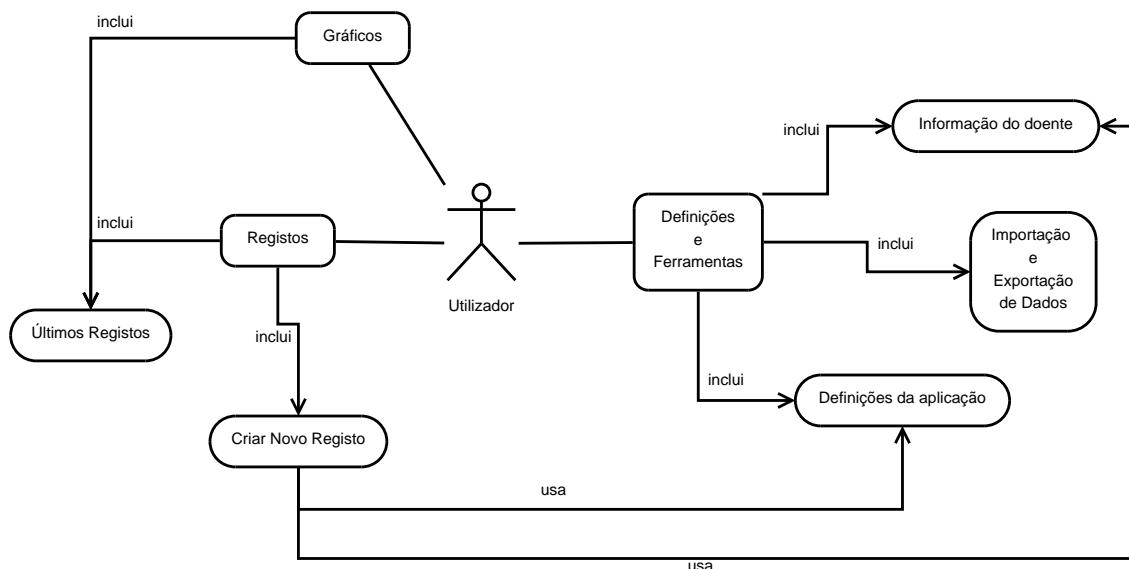


Figura 3.1: Diagrama de uso

### 3.3 Desenho da Base de dados

A estrutura da base de dados assenta em alguns princípios básicos de desenho de bases de dados, com o objetivo de eliminar redundância e manter a integridade dos dados assegurada [24].

Da descrição do problema defini os dados a armazenar na BD, separando-os inicialmente em entidades ou objetos e as relações entre estas entidades.

Nesta secção, começo por apresentar partes do modelo Entidade e Relação Estendido (EER), explicando um pouco cada uma dessas partes. Termina com o modelo completo na figura 3.10.

Há a necessidade de associar ao utilizador o fator de sensibilidade e rácio de H. Carbono, porque são valores específicos de cada pessoa e o valor de insulina a ser administrada é calculado mediante esses fatores. Já os campos limite mínimo e máximo de glicemia, visam dar mais funcionalidades à aplicação na medida em que os limites de glicemia, geralmente indicados pelos médico, disponibilizam informação para que possa ser criado um sistema de avisos quando os registos de glicemia saem destes limites. Por questões informativas e de apresentação deve ser guardado o

nome do utilizador e o tipo de diabetes, para aparecer no relatório que a aplicação realiza. O atributo *Id*, tem por objetivo identificar o utilizador na base de dados. Esta representação pode ser vista na figura 3.2.

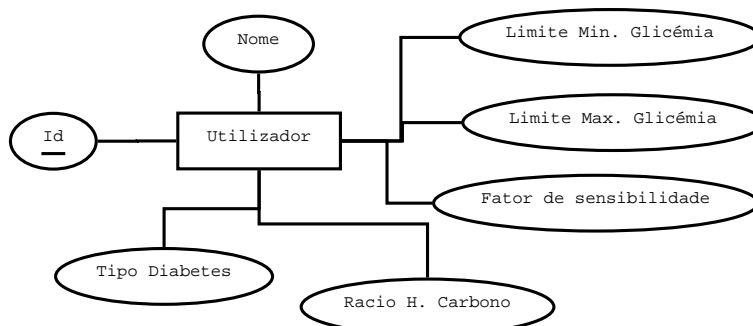


Figura 3.2: Modelo EER - Utilizador

O **utilizador** por questões de integridade dos dados, está sempre relacionado com os registos que ele faz, ficando sempre cada registo associado ao doente. Além de que, estando os dados do utilizador na base de dados, com os seu dados, torna mais fácil a salvaguarda dos mesmos, tornando mais cómodo e em caso de necessidade, o restauro das informações da aplicação no caso de troca de *smartphone*.

Os registos têm atributos comuns a todos eles, como o *Id*, a *Data* e *Hora* a que foi feito a leitura/registo e a *nota* associada como pode ser observado na figura 3.3. Com base nesta estrutura, defini as subclasses dos vários tipos de registo, da superclasse **Registo**, estas subclasses herdam os atributos da superclasse, tornando mais fácil entender a estrutura de dados.

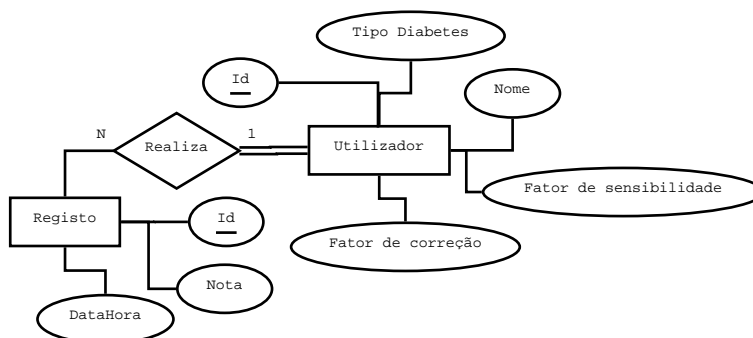
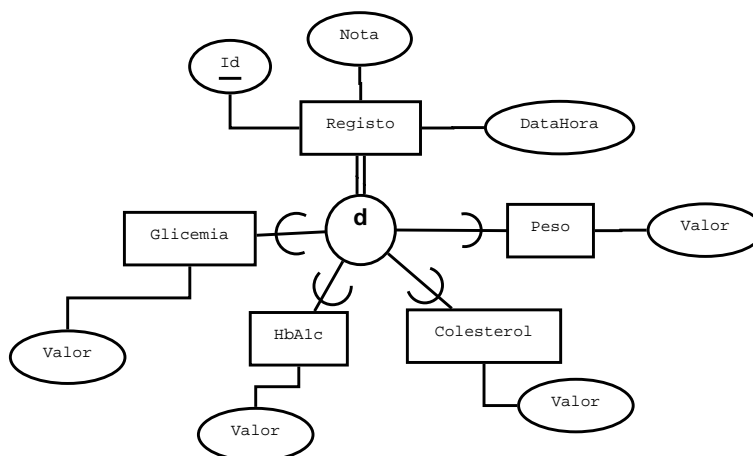


Figura 3.3: Modelo EER - Relação Utilizador-Registo

Algumas destas subclasses (registos) têm apenas mais um atributo, o *Valor*, que são



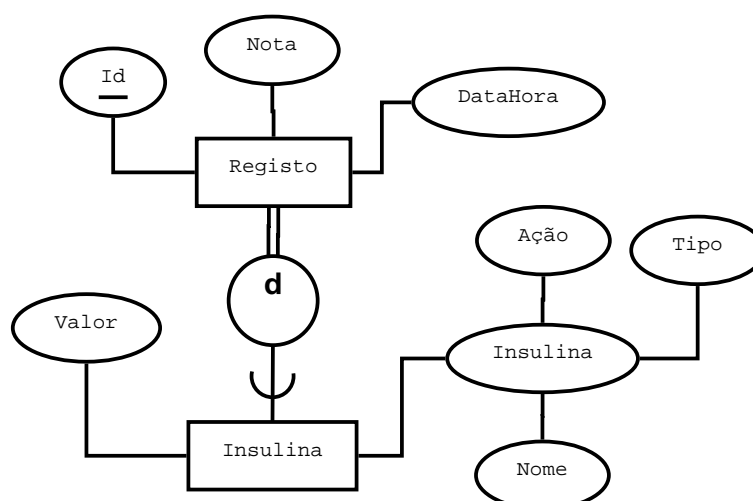
os registos de **glicemia**, **HbA1c**, **Colesterol** e **Peso**, como pode ser observado na figura 3.4.



**Figura 3.4:** Modelo EER - Registos de glicemia, HbA1c, Colesterol e Peso

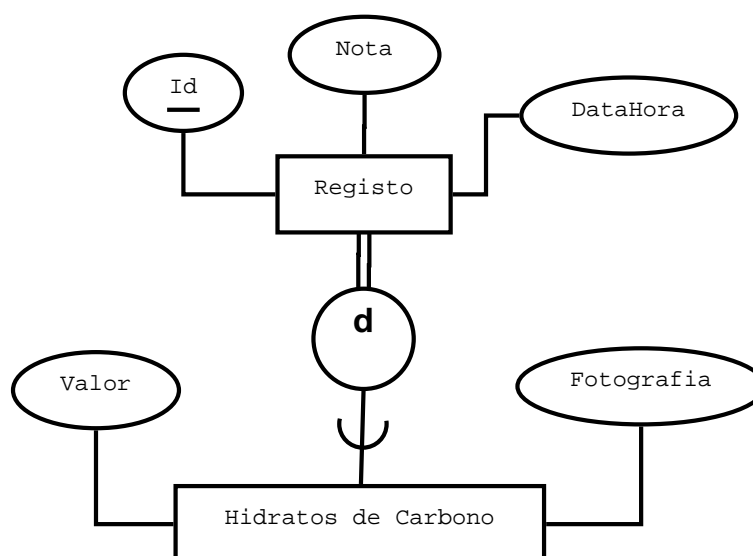
O registo de insulina, necessita de mais informações porque além do valor a ser administrado, há necessidade de saber que insulina foi utilizada. Há insulina de ação rápida e lenta, cada uma com a sua função para o doente e essa informação deve ser tida em conta a quando do registo, além de que ainda há insulina que pode ser administrada via oral ou por injeção.

Para contemplar essas informações, a estrutura do registo da insulina é definido como apresentado na figura 3.5. O atributo *Insulina*, é um atributo composto que tem as informações da insulina administrada, o *Nome*, o *Tipo* que indica se é de administração oral ou por injeção, por exemplo. O atributo *Ação* para definir se é de ação rápida ou lenta. Este tipo de informação tem como objetivo o trabalho futuro, como explicado na secção 6.1.



**Figura 3.5:** Modelo EER - Registros de Insulina

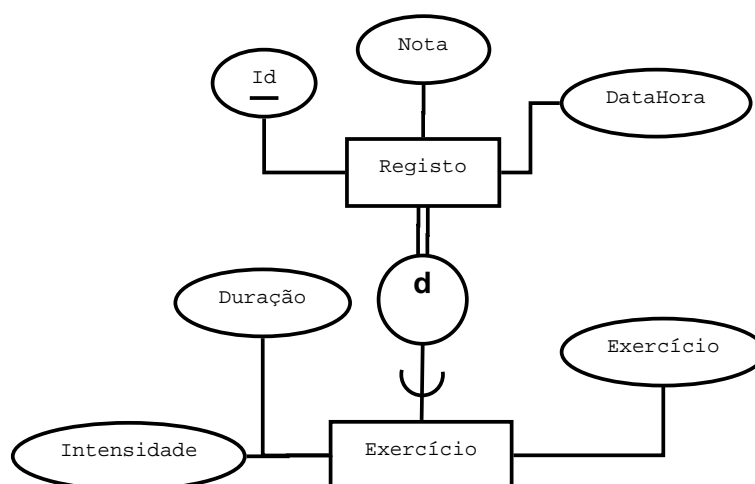
O Registro de Hidratos de Carbono, como explicado no capítulo 1, é importante para que o diabético tenha um controle mais eficaz da glicemia. Para isso, além do registro das quantidades de hidratos de carbono ingeridos, registra-se também uma fotografia da refeição, com o intuito de posteriormente verificar se a contagem de hidratos de carbono numa refeição foi acertada. A estrutura desta subclasse fica representada como ilustrado na figura 3.6.



**Figura 3.6:** Modelo EER - Registros de Hidratos de Carbono

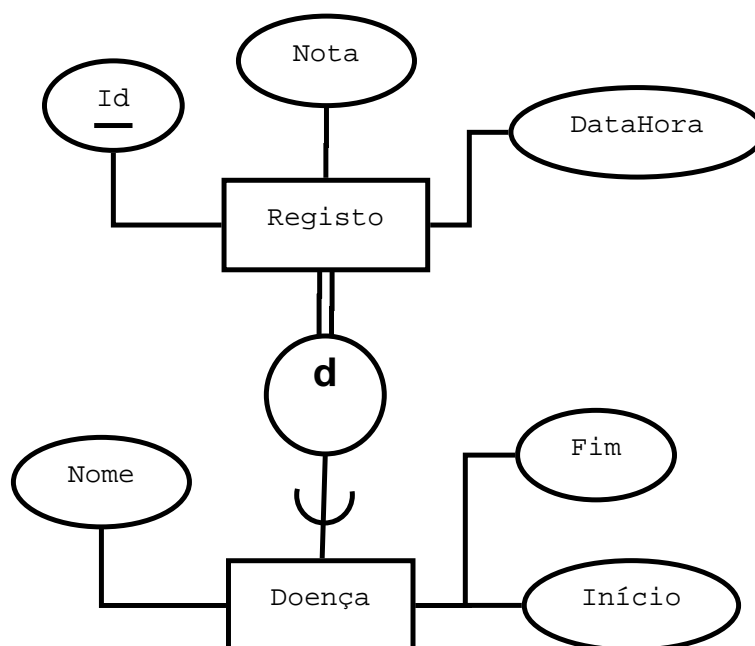
Para o registro de exercício, além da duração do mesmo é registrado a sua intensidade.

Assim o doente quando rever os seus registos consegue ter melhor percepção do esforço do exercício realizado e da duração do mesmo. Como explicado na secção 1.2, o exercício físico também é um regulador de glicemia, daí o seu registo ser importante. A estrutura no modelo EER do registo de exercício fica representada como mostra a figura 3.7.



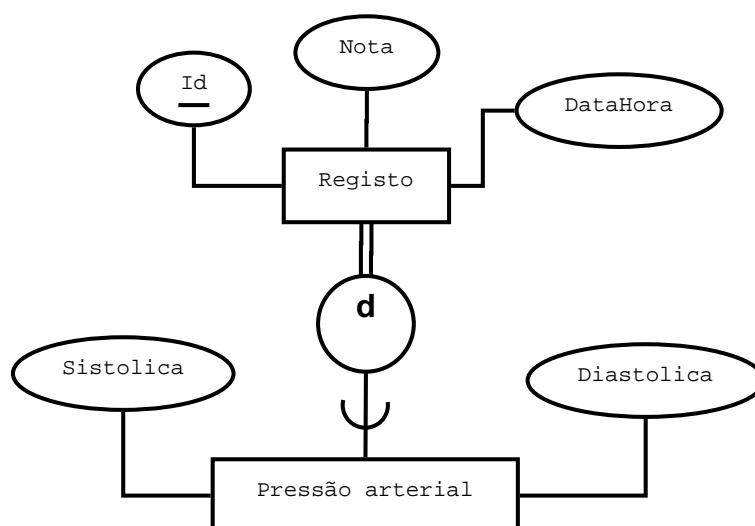
**Figura 3.7:** Modelo EER - Registos de Exercício

A existência de doenças pode também ter influência nos níveis de glicemia como explicado na secção 1.2, por isso criei a estrutura para que esses dados fossem registados pelo utilizador como mostra a figura 3.8. O registo de uma doença, contempla a doença, o início da mesma e o fim. Desta forma o paciente pode, ao rever os seus níveis de glicemia verificar se alguma alteração anormal é derivada de uma doença.



**Figura 3.8:** Modelo EER - Registros de Doença

A pressão arterial, foi adicionada ao conjunto de registros que o doente pode fazer para ter mais uma medida de controlo da sua saúde. Este registro contempla apenas os valores da pressão arterial sistólica, período de contração do músculo cardíaco, e a diastólica, período de relaxamento, e está representada na figura 3.9.



**Figura 3.9:** Modelo EER - Registros de Pressão Arterial

Podemos observar a conjugação destas estruturas, no modelo EER na figura 3.10.

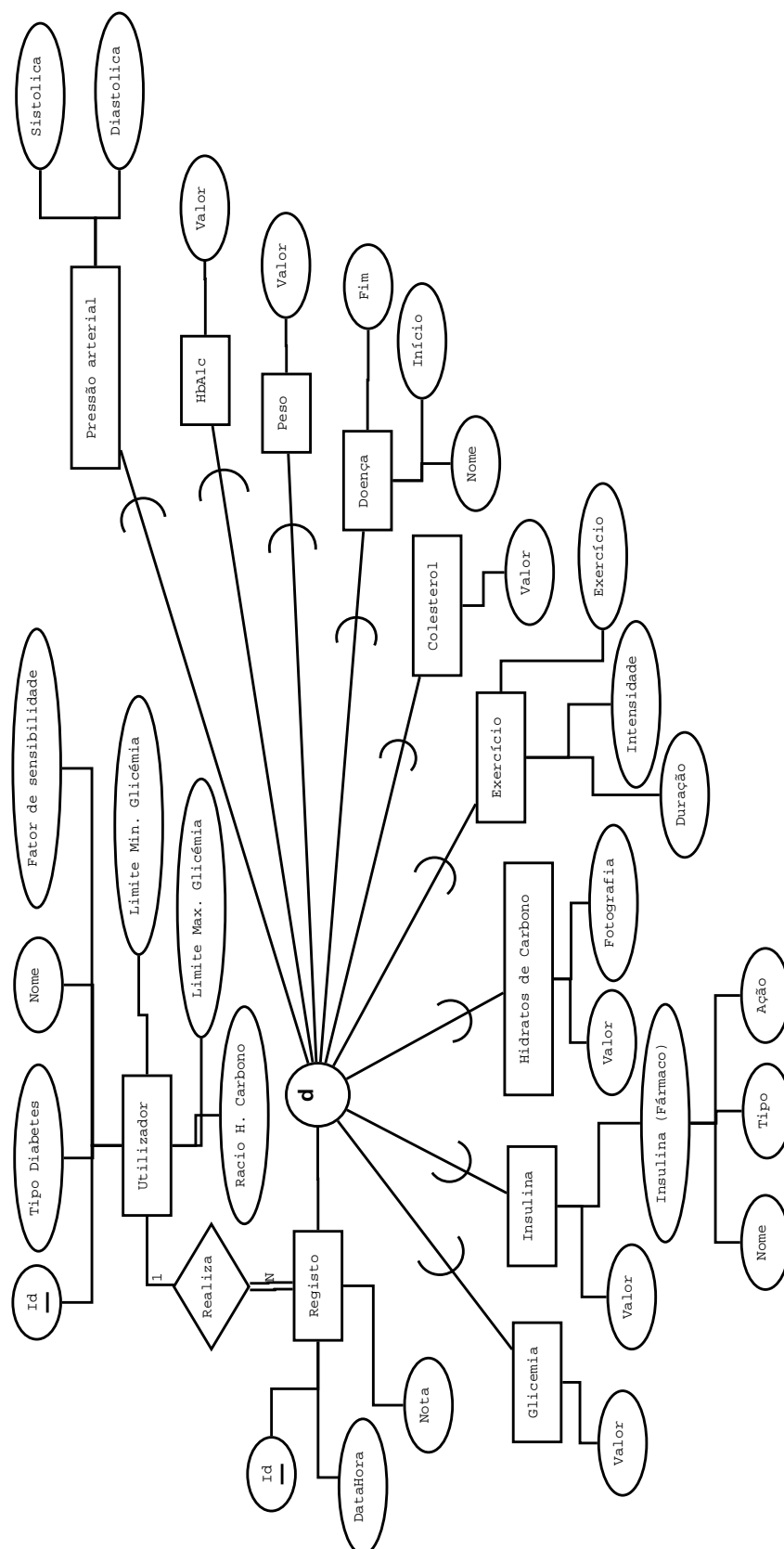


Figura 3.10: Modelo EER

### 3.4 Observações

Com base na descrição do problema na secção 1.2, consegui desenvolver uma base sólida para implementar a aplicação. O modelo de uso da aplicação bem como o modelo da BD foram ferramentas essenciais para o desenvolvimento fluído da aplicação em ambiente de programação.

## Capítulo 4

# Implementação

Neste capítulo descrevem-se as tecnologias usadas para a implementação da aplicação bem como o processo de implementação da base de dados e o desenvolvimento da aplicação.

### 4.1 Tecnologias usadas

#### 4.1.1 SQLite

O SQLite é um Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) que contempla características *Atomicity, Consistency, Isolation, Durability* (ACID) nas suas transações, fazendo com que as modificações na Base de Dados (BD) sejam realizadas na sua totalidade ou não sejam realizadas de todo, mesmo em situações em que há um *crash* do sistema [25].

Ao contrário de outros SGBDs, o SQLite não necessita de um processo separado para correr o servidor, este processo escreve, lê e guarda a informação num só ficheiro. Este ficheiro inclui índices, tabelas, *triggers* e vistas [26].

Para a biblioteca SQLite ser bastante pequena, podendo atingir cerca de 300Kb se algumas funcionalidades forem omitidas, é multi-plataforma, podendo correr em vários sistemas operativos, tanto 32-bit como 64-bit.

Uma das grandes vantagens deste motor de BD, é não necessitar de nenhuma con-

figuração inicial nem de nenhum processo de instalação para que se possa usá-lo. Basta recorrer às funções da biblioteca para manipular a **BD**. Este motor de **BD** vem incluído nativamente na *framework* Android.

Além destas vantagens, o SQLite é de domínio publico, não sendo necessário licença para uso pessoal, académico ou comercial [27].

### 4.1.2 Android OS

O Sistema Operativo (**SO**) Android é baseado no **SO** Linux, inicialmente desenvolvido pela *Android, Inc.* e posteriormente adquirido pela *Google*. Este sistema operativo foi desenhado para *smartphones* tácteis e *tablets*, tem sido lançado pela *Google* em 2007 sob licença **Apache**. Na figura 4.1, está uma ilustração simples das camadas do **SO** Android, onde na base está a uma *kernel linux*, onde estão os controladores de hardware. Na camada seguinte, temos as bibliotecas nativas e o ambiente de execução Android, onde os processos das aplicações são executados. Apesar das aplicações para Android serem desenvolvidas em **Java**, estas são traduzidas para linguagem *dex* (linguagem da máquina virtual Dalvik).

Na camada *Application framework* encontramos entre outros, os gestores de actividades e os de recursos, que dão suporte ao desenvolvimento de aplicações. Estas, como pode ser observado, encontram-se na camada superior.



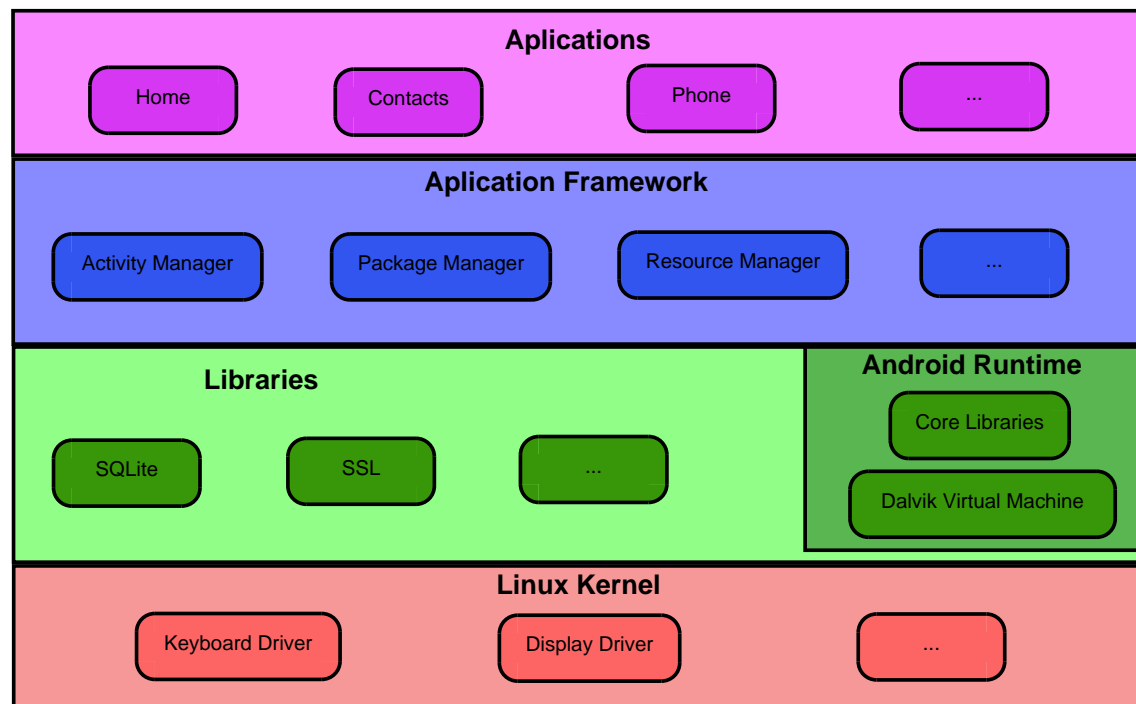


Figura 4.1: Arquitetura do Android

No desenvolvimento da aplicação de gestão de diabetes, é apenas usada a camada da *Application framework*.

#### 4.1.2.1 Support Library

*Android Support Library* é um pacote que inclui bibliotecas que permite ao programador usar a Application Programming Interface ([API](#)) mais recente também em versões mais antigas do Android (em que não estava suportada), implementando os módulos de compatibilidade necessários. Incluir esta biblioteca nos projetos de aplicações Android permite ao programador utilizar funcionalidades *recentes* em *smartphones* com versões mais antigas do Android [28].

Deste pacote, destacam-se as classes que foram introduzidas no Android v3.0, classes estas que dão uma notável flexibilidade no desenvolvimento de aplicações, tais como:

- Fragment
- FragmentManager

- DialogFragment

Estas classes permitem incorporar pedaços da interface do utilizador na *Activity*, tornando o desenho da interface mais modular e adaptável a diferentes tamanhos de ecrã. Assim, pode-se desenhar vários fragmentos e inclui-los numa *Activity* em ecrãs de maiores dimensões e para ecrãs mais pequenos, separar estes pedaços por várias *Activities* [29].

### 4.1.3 ActionBarSherlock

*ActionBarSherlock* é uma extensão da *Support Library* com o objetivo de facilitar o uso da *Action Bar* do [SO](#) Android em todas as suas versões [30].

A grande vantagem desta extensão deriva da sua adaptação à versão do [SO](#) Android onde a aplicação é instalada. Se a versão do [SO](#) não suportar nativamente a *Action Bar*, são usadas as funcionalidades da *ActionBarSherlock*, caso contrário é automaticamente usado a *Action Bar* nativa.

### 4.1.4 Holo Everywhere

Holo Everywhere é uma biblioteca criada para facilitar a incorporação do tema *Holo* da versão 4.0 do Android OS [31] em versões mais antigas. Assim consegue-se incorporar nas versões mais antigas o design aconselhados pela *Google* para Android [21].

### 4.1.5 droidText

A biblioteca *droidText* é uma ferramenta que permite criar e manipular ficheiros **PDF**. Esta biblioteca é derivada da versão 2.1.7 da biblioteca *iText*, da biblioteca *Apache Harmony* e *BouncyCastle* [32].

### 4.1.6 Java

**Java** é uma linguagem de programação orientada a objetos [33], utilizada para desenvolver aplicações em Android. Foi desenvolvida na empresa *Sun Microsystems*. Esta linguagem de programação difere das tradicionais linguagens de programação,

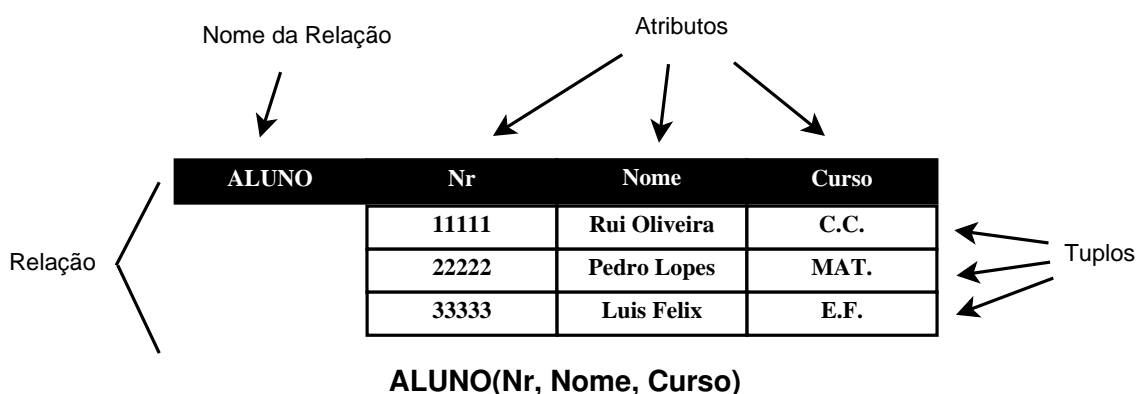
como por exemplo **C/C++**, porque esta é compilada para uma *bytecode* que por sua vez é executado na Java Virtual Machine (**JVM**). No caso do Android é posteriormente traduzida para *bytecode* da máquina virtual **Dalvik**.

## 4.2 Base de Dados

A partir do modelo Entidade e Relação Estendido (**EER**) da figura 3.10 até à implementação da **BD**, existem uma série de passos a realizar, nomeadamente a conversão do modelo **EER** para um modelo relacional (baseado no conceito da relação) e posteriormente a normalização do modelo relacional. Foram ainda realizadas algumas otimizações na **BD** com o objetivo de fornecer mais funcionalidades ao utilizador.

### 4.2.1 Conversão do modelo **EER** - Relacional

O modelo relacional, como já referido é baseado no conceito da relação, onde uma relação é uma tabela de valores e pode ser vista como um conjunto de tuplos ou linhas que são identificados por atributos [34].



**Figura 4.2:** Exemplo de uma relação num modelo relacional

A entidade **Utilizador** representado na figura 3.2, com a conversão para o modelo relacional é apresentada na figura 4.3.

**Utilizador(Id, Nome, T. Diabetes, F. Sensibilidade, Rácio H. Carbono, LMinGlicemia, LMaxGlicemia)**

**Figura 4.3:** Modelo Relacional - Utilizador

Para os registos apresentados no modelo EER da figura 3.10 estão separados em superclasse (**Registo**) e os vários tipos de registo, subclasses, ou seja, o registo de insulina por exemplo, é uma especialização disjunta total, logo é criada uma relação para cada um dos registos, ficando cada relação com os atributos da superclasse [34].

O processo de conversão do modelo EER para o modelo relacional encontra-se quase concluído nesta fase, é necessário agora rever as relações existentes entre as entidades definidas no modelo da figura 3.10, que neste caso é apenas, a relação **REALIZA**. Após a conversão da superclasse **Registo**, esta relação interage com todos os registos, sendo assim, a chave primária **Id** da entidade **Utilizador** será chave externa das entidades referentes a cada tipo de registo.

**Utilizador(Id, Nome, T. Diabetes, F. Sensibilidade, Rácio H. Carbono, LMinGlicemia, LMaxGlicemia)**  
**Reg\_Glicemia(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, Nota)**  
**Reg\_Insulina(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, Nota, I\_Nome, I\_Tipo, I\_Ação)**  
**Reg\_HCarbono(Id, IdUtilizador, Valor, Fotografia, DataHora, Nota)**  
**Reg\_Exercicio(Id, IdUtilizador, Nome, Duração, Intensidade, DataHora, Nota)**  
**Reg\_Colesterol(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, Nota)**  
**Reg\_Doença(Id, IdUtilizador, Nome, Inicio, Fim, DataHora, Nota)**  
**Reg\_Peso(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, Nota)**  
**Reg\_HbA1c(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, Nota)**  
**Reg\_PAarterial(Id, IdUtilizador, Sistolica, Diastolica, DataHora, Nota)**

**Figura 4.4:** Modelo Relacional da BD

Na figura 4.4 pode ser observado o modelo relacional da BD a implementar baseado no modelo EER da figura 3.10, onde os atributos de cor preta e sublinhados são as chaves primárias da relação e os atributos sublinhados com *pontos* são chaves externas, neste caso apenas temos uma chave externa, o IdUtilizador, que é chave externa da relação **Utilizador**.

### 4.2.2 Normalização

O processo de normalização de uma **BD** relacional, visa a minimização de redundância de dados e anomalias nas operações realizadas sobre os dados. Este processo consiste na decomposição das relações, em relações menores caso estas não cumpram certos requisitos (*formas normais*), de forma a que estas relações decompostas tenham as propriedades para cumprir esses mesmos requisitos [35]. Assim, o processo de normalização fornece:

- Uma forma de analisar formalmente o esquema de relações baseado nas suas chaves e dependências;
- Uma série de testes formais que podem ser feitos a cada relação de maneira a que esta fique normalizada para o grau de normalização desejado.

Os graus de normalização existentes vão desde a primeira forma normal (**1NF**) até à quinta forma normal (**5NF**). Geralmente normalizar um esquema de relações para a **3NF** é suficiente na medida em que esta forma normal já implica que todos os atributos sejam atômicos (não são separáveis em dois ou mais atributos), os atributos que não sejam chave dependem apenas da chave primária da relação e por fim, que nenhum atributo não-chave dependa por transitividade da chave primária.

Aplicando as regras de normalização ao modelo relacional apresentado na figura 4.4, pode-se verificar que para a relação **Reg\_Insulina**, temos os atributos *I\_Nome*, *I\_Tipo* e *I\_Ação* que são atributos não chave e dependem por transitividade da chave primária. Como já referido, separa-se esta relação em duas relações para que não infrinja esta propriedade, na figura 4.5 é representada como fica esta relação.

**Reg\_Insulina**(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, Nota, IdInsulina)  
**Insulina**(Id, Nome, Tipo, Ação)

**Figura 4.5:** Normalização da relação Reg\_Insulina

### 4.2.3 Otimizações

Durante o desenvolvimento do projeto surgiu a necessidade de implementar novas relações no modelo relacional afim de disponibilizar mais funcionalidades na aplicação

e separar algumas relações com o mesmo intuito.

Nas relações de registo, todas têm o atributo *Nota*, e com a possibilidade de se vir a desenvolver uma ferramenta externa que possa sincronizar os dados entre o *smartphone* e o computador pessoal do doente, foi criada uma relação que apenas guarda as notas de cada registo para disponibilizar suporte ao processo de sincronismo que envolva a menor transmissão de dados. Posta esta situação, separei o atributo *Nota* das relações existentes e implementei uma nova relação, a relação **Nota**.

À relação **UTILIZADOR** foram adicionados mais atributos, nomeadamente a data de nascimento, o sexo, a altura e a data da última atualização dos seus dados. A data de nascimento e a altura são registos que têm como objetivo aparecer no relatório que a aplicação gera, não têm um carácter crítico do ponto de vista clínico, mas sim para tornar mais informativos os relatórios. Em relação a data da última atualização, é meramente para controlo.

Para facilitar a utilização da aplicação pelo doente foram criadas três relações adicionais, **Exercício**, **Doença** e **ObjetivosGlicemia**. Estas relações não estão associadas com as restantes relações, devido ao facto de o utilizador, ter opção de gerir os tipos de exercícios e doenças, bem como os objetivos de glicemia guardadas sem implicar a alteração em todos os registos previamente feitos. As duas primeiras relações têm a exclusiva funcionalidade de sugerir por *auto-completar* a introdução dos exercícios e doenças nos respetivos ecrãs da aplicação. O objetivo da relação **ObjetivosGlicemia** é auxiliar de forma automática o cálculo da insulina a ser administrada, é baseado no horário definido na relação e hora de registo.

Para responder às necessidades de registar as fases do dia do diabético como descrito na secção 1.2, foi ainda adicionada uma relação com esse propósito. Além de fazer este registo, têm ainda a definição do horário de cada fase do dia, por exemplo, definir a fase *Acordar* das 06h30 até as 08h00.

No caso da relação **ObjetivosGlicemia**, estando esta relacionada com os registos que o diabético realiza, foram criadas as respetivas relações mantendo as propriedades da normalização previamente feitas. O esquema do modelo relacional completo é ilustrado na figura 4.6.

```

Utilizador(Id, Nome, T. Diabetes, F. Sensibilidade, F. Correção, LMinGlicemia,
          LMaxGlicemia, DNascimento, Sexo, Altura, DataUltimaAtualização)
Reg_Glicemia(Id, IdFaseDia, IdUtilizador, Valor, DataHora, IdNota)
Reg_Insulina(Id, IdFaseDia, IdUtilizador, Valor, DataHora, IdNota, IdInsulina)
          Insulina(Id, Nome, Tipo, Ação)
Reg_HCarbono(Id, IdFaseDia, IdUtilizador, Valor, Fotografia, DataHora, IdNota)
Reg_Exercicio(Id, IdUtilizador, Nome, Duração, Intensidade, DataHora, IdNota)
          Reg_Colesterol(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, IdNota)
          Reg_Doença(Id, IdUtilizador, Nome, Inicio, Fim, DataHora, IdNota)
          Reg_Peso(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, IdNota)
          Reg_HbA1c(Id, IdUtilizador, Valor, DataHora, IdNota)
Reg_PAterial(Id, IdFaseDia, IdUtilizador, Sistolica, Diastolica, DataHora, IdNota)
          Nota(Id, Nota)
          FaseDia(Id, Nome, HoralInicio, HoraFim)
          Exercício(Id, Nome)
          Doença(Id, Nome)
          ObjetivosGlicemia(Id, Nome, HoralInicio, HoraFim, Valor)

```

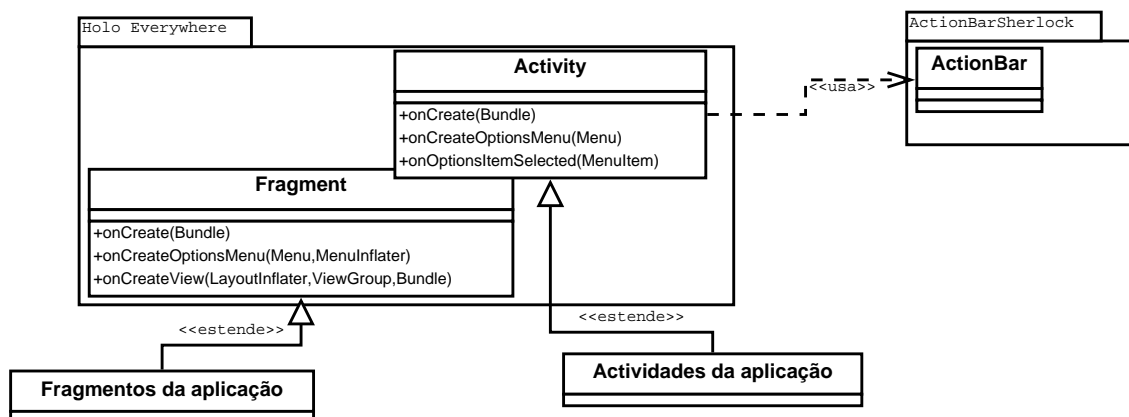
Figura 4.6: Modelo Relacional da BD após alterações

### 4.3 Aplicação

Para o desenvolvimento e implementação da aplicação, utilizei o Integrated development environment (IDE) Eclipse com o *plugin* Android Developer Tools (ADT) disponibilizado pela Google.

Tendo como principal objetivo a simplicidade de interação da interface com o utilizador, como já representado pelo diagrama de uso na figura 3.1, o objetivo é o utilizador ter poucos menus, e estes serem de fácil navegação, fazendo com que o utilizador seja guiado na transição entre os menus pela aplicação.

Tal como descrito na secção 4.1 e ilustrado na figura 4.7, para que a aplicação tenha a *actionbar*, recorri à biblioteca *ActionBarSherlock* que por sua vez é utilizada pela biblioteca *Holo Everywhere*. Assim, para a criação de atividades no ambiente de desenvolvimento, estendo a classe da atividade da biblioteca *Holo Everywhere* integrando assim as funcionalidades de ambas como.

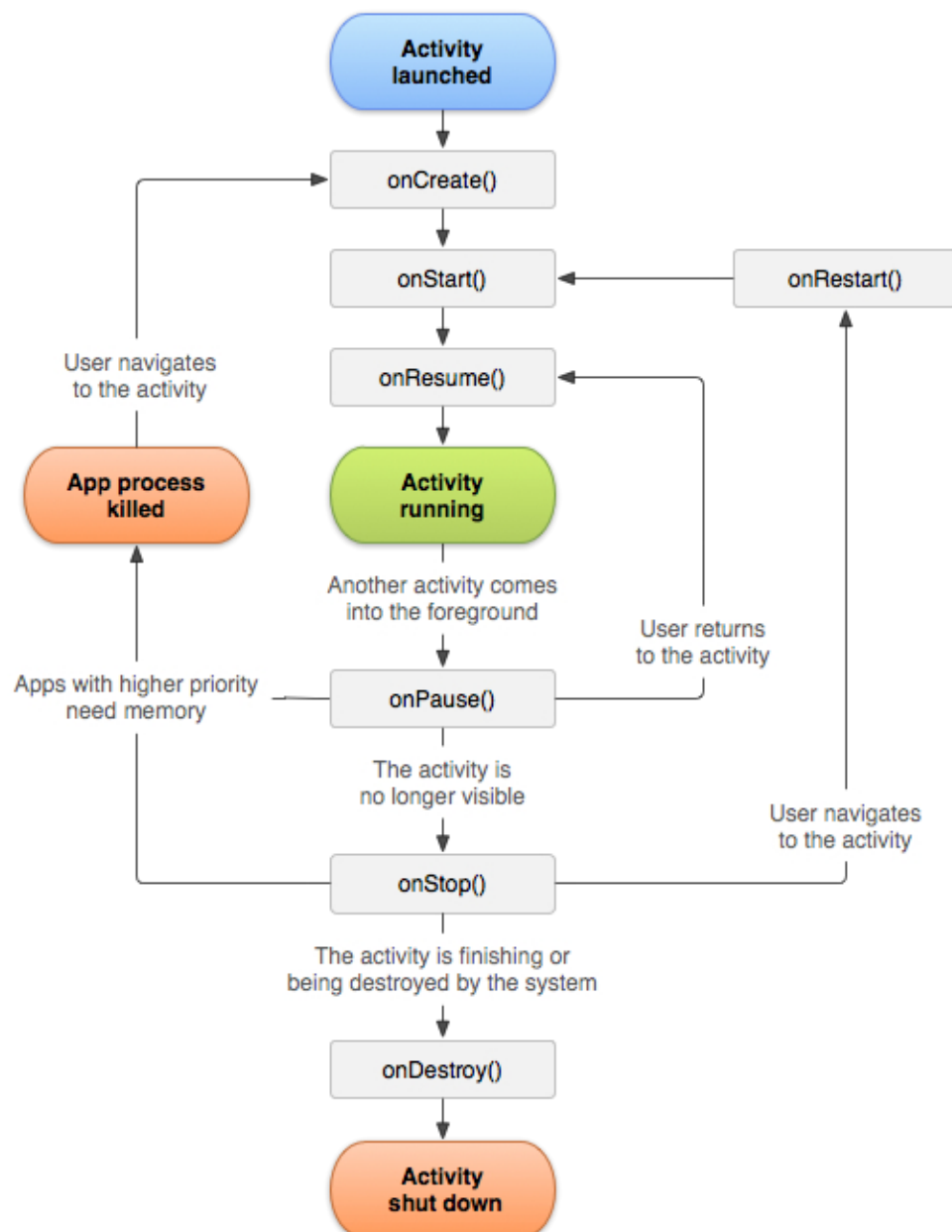


**Figura 4.7:** Diagrama de classes referente as atividades e fragmentos da aplicação

Cada atividade é um ecrã com o qual o utilizador pode interagir e onde é definido como a interface é apresentada ao utilizador, tendo cada aplicação uma atividade *main*, que é apresentada ao utilizador quando a aplicação inicia. Cada atividade pode lançar outras atividades, construindo assim as várias funcionalidades que a aplicação possa ter.

As atividades são subclasses da classe *Activity* que implementam os métodos para controlo do ciclo de vida de uma atividade [1]. Resumindo o ciclo de vida de uma atividade, e para mais facilmente entendê-lo, a figura 4.8 ilustra-o incluindo também os métodos que são chamados pelo sistema a cada mudança de estado.

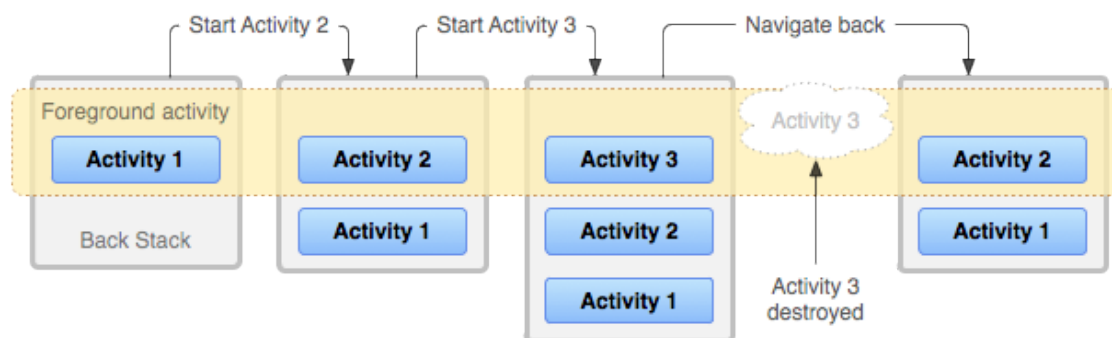




**Figura 4.8:** Ciclo de vida de uma atividade, Fonte: [1]

Com o ciclo de vida das atividades e o sistema de *Back Stack*<sup>1</sup> do [SO Android](#), pode-se criar uma forma de guiar o utilizador pela aplicação e pelas várias atividades. A figura 4.9 resume o ciclo de vida de uma atividade, incluindo os métodos chamados pelo sistema a cada mudança de estado.

<sup>1</sup>Consiste numa pilha onde são guardadas as atividades que ficam em segundo plano devido a outra atividade ficar visível.



**Figura 4.9:** Sistema de *Back Stack*, Fonte: [2]

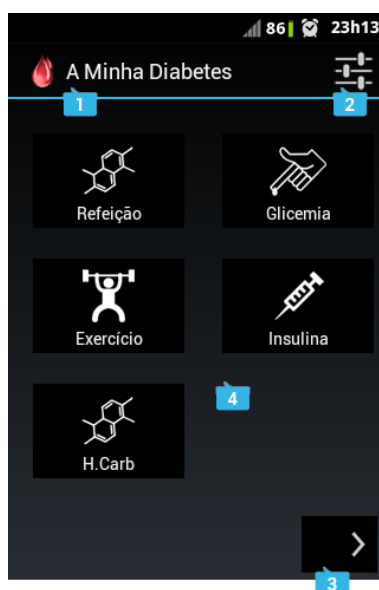
Estas atividades são iniciadas a partir de *Intents*. Os *Intents* são objetos que têm informação de uma operação a ser realizada, neste caso, o início de uma atividade. É também através dos *Intents* que são passadas informações extra para as atividades que são iniciadas, como por exemplo informação sobre um registo do utilizador que vai ser manipulado.

Os fragmentos por sua vez, podem ser utilizados como pequenas partes da atividade. Estes têm como principal objetivo tornar mais fácil o desenvolvimento de aplicações, tornando possível uma maior reutilização de código e separando em vários *layouts* (fragmentos) uma só atividade. Desta forma é possível tornar as atividades mais dinâmicas e permitindo uma mais fácil interação entre a aplicação e o utilizador [29].

Seguindo os padrões de desenho do Android, e com a utilização da biblioteca *Action-BarSherlock* consegui utilizar a *Action Bar* das recentes versões do [SO Android](#) em versões anteriores como a versão 2.3.3. Na figura 4.10, são indicadas várias zonas do ecrã principal, que passo a descrever:

1. Zona onde é apresentado o *icon* da aplicação, e caso não esteja no nível mais alto dos menus, à esquerda do *icon* é mostrado uma *seta* para subir um nível na hierarquia de atividades. É também apresentado o título do presente ecrã.
2. Zona onde aparecem os botões importantes para a aplicação, que neste caso é o acesso às configurações e ferramenta. Dependendo de cada ecrã, podem aparecer botões para gravar, apagar ou atualizar registo.
3. Botões de navegação no menu principal.

4. Painel principal onde aparecem os vários ecrãs da aplicação referentes as registos ou configurações.



**Figura 4.10:** Padrão de uso da Action Bar e Menu Principal

Para desenvolver cada atividade, é necessário pelo menos dois ficheiros, o ficheiro onde são implementadas as funcionalidades da atividade e os seu métodos, escrito em Java, e um ficheiro de *layout* escrito em eXtensible Markup Language (XML). No ficheiro de *layout*, cada elemento ou *widget* é descrito como um elemento XML, e todos os *widgets* então contidos num elemento raiz XML, sendo este último o layout que agrupa todos os elementos nele.

A interação entre o utilizador e a aplicação é realizada através destes *widgets* que despoletam eventos, e através destes eventos são realizadas funções chamando métodos associados.

As atividades, bem como fragmentos e outros componentes da aplicação, necessitam de estar declaradas no ficheiro *AndroidManifest.xml*. Todas as aplicações necessitam de conter este ficheiro na raiz da estrutura de ficheiros, sem ele não é possível executar qualquer código escrito para a aplicação. Assim, todas as atividades, devem ser lá declaradas contendo informação essencial sobre as mesmas e sobre a aplicação. Na figura 4.11 é apresentada a estrutura referente à atividade *BloodPressure* no ficheiro *AndroidManifest.xml*, aqui são declarados os atributos como a atividade "pai", o nome

completo da atividade e o texto a apresentar ou a referencia ao texto a apresentar no topo da atividade.

```
<activity
    android:name="com.jadg.mydiabetes.BloodPressure"
    android:label="@string/title_activity_blood_pressure"
    android:parentActivityName="com.jadg.mydiabetes.Home" >
    <meta-data
        android:name="android.support.PARENT_ACTIVITY"
        android:value="com.jadg.mydiabetes.Home" />
</activity>
```

**Figura 4.11:** Parte do ficheiro *AndroidManifest.xml* onde é apresentado a estrutura da atividade *BloodPressure*

### 4.3.1 Estruturas para acesso a base de dados

Para que todos os dados do utilizador fiquem guardados e que possam ser manipulados, foi necessário criar a **BD** da aplicação. A classe *SQLiteOpenHelper*, nativa do **SO** Android [36], dá suporte à **BD** *SQLite*, incluindo métodos de criação da **BD** e *upgrade*<sup>2</sup> da mesma. Foi criada uma subclasse da *SQLiteOpenHelper* onde foi definido o nome da **BD**, a versão e definido o método para a criação da mesma. Neste método é chamado o *script SQL* para a criação da **BD** no dispositivo, que é chamado na primeira vez que a aplicação necessitar de utilizar a base de dados. Isto porque a aplicação ao ser instalada no *smartphone* não cria a **BD**, esta apenas é criada no primeiro acesso.

Para posterior manipulação dos dados na **BD**, foram criadas várias estruturas de dados para modular os diferentes dados usados na aplicação. Com estas estruturas torna-se mais fácil realizar possíveis alterações no futuro, bem como o processo de desenvolvimento da aplicação, no que diz respeito à manipulação dos dados. Na figura 4.12 é dado um exemplo de uma das estruturas, neste caso para os dados referentes aos exercícios que o paciente tenha introduzido na aplicação.

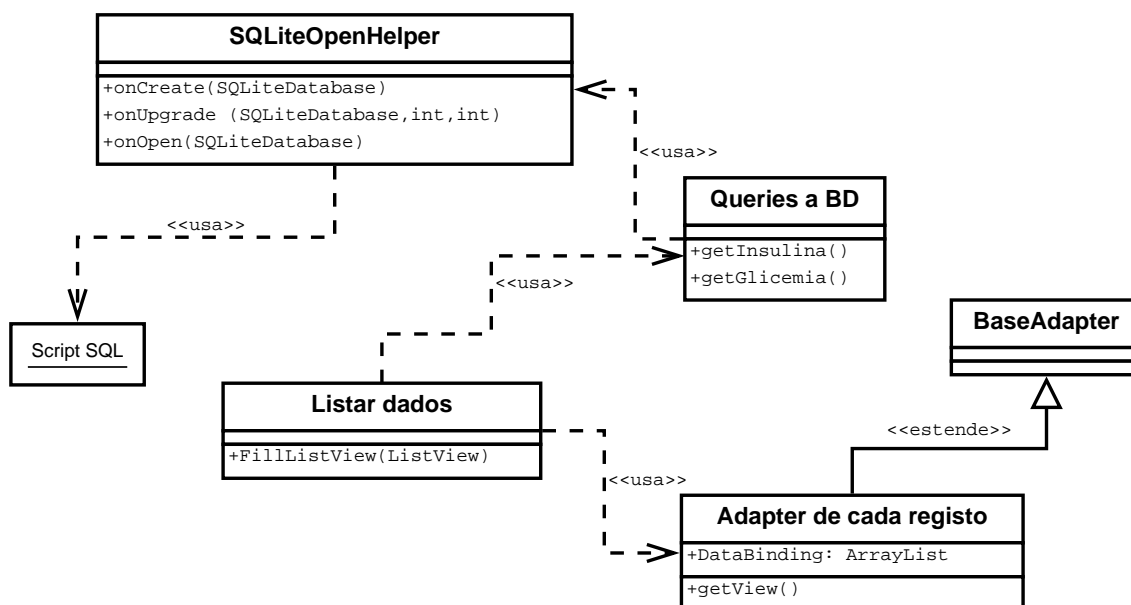
---

<sup>2</sup>O método destinado ao *upgrade* é chamado quando se atualiza a aplicação e a versão da **BD** é diferente. Por exemplo, na atualização da aplicação a **BD** necessita de novas tabelas, mas o programador pretende manter os dados da anterior versão, neste método é escrito o código necessário à realização dessa tarefa.

```
public class ExerciseDataBinding {  
  
    private String name;  
    private int id;  
  
    public String getName() {  
        return name;  
    }  
    public void setName(String name) {  
        this.name = name;  
    }  
    public int getId() {  
        return id;  
    }  
    public void setId(int id) {  
        this.id = id;  
    }  
}
```

**Figura 4.12:** Exemplo de estrutura criada para manipulação de dados na [BD](#)

Estas estruturas, são bastante importantes para mais facilmente listar os dados. Assim, para cada uma das estruturas foi criada uma subclasse da classe *BaseAdapter* para disponibilizar a informação a ser listada nas várias atividades criadas para esse efeito. De forma a suportarem esta forma de listagem, estas atividades devem implementar o *widget ListView* que é então preenchido pelos respetivos *Adapters*, ilustrado pelo diagrama de classes da figura 4.13. Além destas atividades, também os *spinners* são preenchidos desta forma. Os *spinners* são elementos da interface Android que funcionam como *DropDownLists*, que estão presentes na aplicação para ajudar o utilizador a mais rápida e facilmente preencher os campos necessários para efetuar um registo.

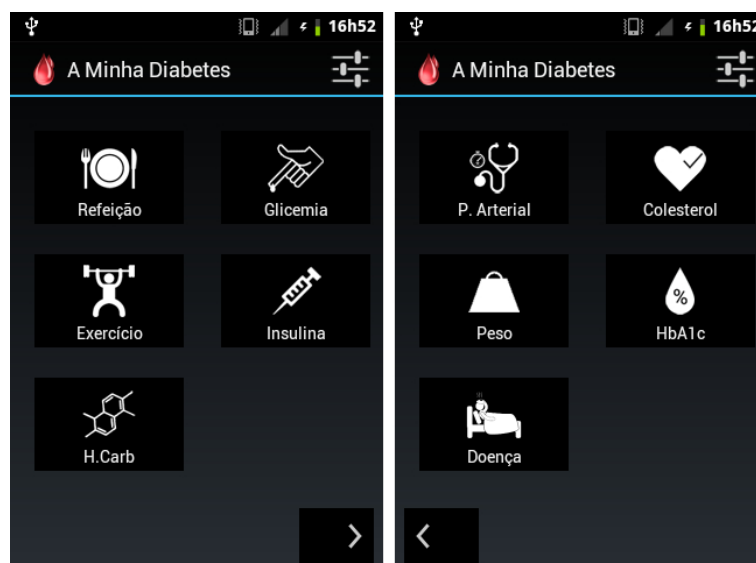


**Figura 4.13:** Diagrama de classes referente às estruturas e utilização para listagens

### 4.3.2 Layouts e menus

O *layout* dos ecrãs principais da aplicação escolhido, teve como principais objetivos a simplicidade e disponibilizar no primeiro ecrã da aplicação os registos mais importantes para o controlo glicémico. Outro aspeto importante, é o acesso às funcionalidades por parte do utilizador, deixando claro o objetivo de cada *widget* e não dificultar a escolha do utilizador como referido na secção 2.2.

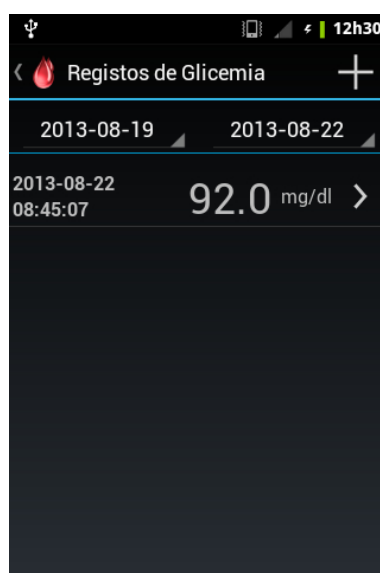
Desta forma, o ecrã principal, foi desenvolvido recorrendo ao *TableLayout* por forma a colocar os botões de acesso aos registos em forma de grelha. O tamanho dos botões foi escolhido tendo em conta a capacidade dos utilizadores serem precisos na escolha, seguindo o que é indicado nos trabalhos referidos na secção 2.2. Deste modo, cada botão é um conjunto de imagem e texto e com um tamanho que pode variar entre os 15mm e 20mm, em altura e largura. As imagens escolhidas para os botões são pictogramas explicativos da funcionalidade de cada botão, tornando a escolha do utilizador fácil e prática. Os dois ecrãs principais com os botões de acesso a registos, bem como o botão na *Action Bar* de acesso as configurações podem ser vistos na figura 4.14.



**Figura 4.14:** Ecrãs principais de acesso aos registos e configurações

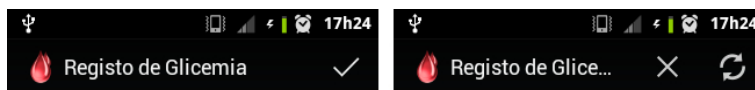
Os botões de ação são apresentados na *Action Bar*. Na figura 4.14 é possível ver o botão de acesso às configurações no canto superior direito e os acessos a registos no painel principal.

Na figura 4.15, é apresentado apenas o botão para adicionar um novo registo, neste ecrã o de glicemia. Dependendo se o utilizador vai criar um novo registo ou manipular um registo existente, é mostrado um conjunto diferente de botões.



**Figura 4.15:** Ecrãs principais de acesso aos registos e configurações

Na figura 4.16 temos um exemplo das ações inerentes aos registos, neste caso para o registo de glicemia. Foram criados para cada um dos ecrãs de registo/manipulação de dados dois *layouts* diferentes para os botões, um com o botão para gravar o novo registo e outro com os botões de eliminar e atualizar o registo, como mostra na figura 4.16.



**Figura 4.16:** à esquerda apenas está disponível o botão de gravar e à direita está disponível eliminar e atualizar.

No caso do utilizador, estar a editar um registo e escolher a opção de eliminar é-lhe mostrado uma caixa de diálogo de alerta, pedindo a confirmação ao utilizador de que realmente deseja eliminar o registo.

Existem outros tipos de caixas de diálogo implementadas na aplicação. Nomeadamente para introdução de datas nas caixas de texto e para introdução de hora.

### 4.3.3 Configurações

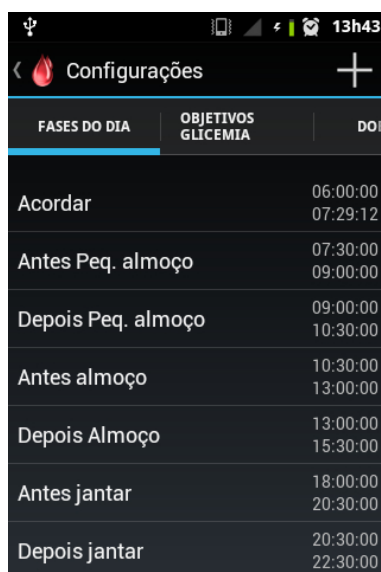
As configurações da aplicação dividem-se em duas secções, a informação do utilizador e configurações para que a aplicação automatize o processo de registo mediante indicações do doente. A informação do utilizador é importante para ser apresentada no relatório e configurações, como fator de sensibilidade e rácio de hidratos de carbono são utilizadas para o cálculo da insulina a ser administrada pelo doente. Na figura 4.17, é mostrado o ecrã onde o utilizador guarda os seus dados.



Nome	10
Tipo de diabetes	70.0
Fator de sensibilidade	120.0
Rácio Hidratos de Carbono	1989-08-16
Limite mínimo de glicemia	Masculino
Limite máximo de glicemia	1.85

**Figura 4.17:** Ecrã para o utilizador inserir os dados pessoais

Para as restantes configurações da aplicação, escolhi colocá-las todas na mesma atividade separando-as por fragmentos. Assim o utilizador no mesmo ecrã, acede a todas as configurações de forma prática através das abas criadas no topo do ecrã e ao clicar em cada aba é mostrado o respetivo fragmento, tornando simples a navegação entre os mesmos. Na figura 4.18 é mostrado a aparência das abas e o fragmento para configuração das fases do dia, uma das configurações importantes como descrito na secção 1.2.



FASES DO DIA	OBJETIVOS GLICEMIA	DOE
Acordar	06:00:00 07:29:12	
Antes Peq. almoço	07:30:00 09:00:00	
Depois Peq. almoço	09:00:00 10:30:00	
Antes almoço	10:30:00 13:00:00	
Depois Almoço	13:00:00 15:30:00	
Antes jantar	18:00:00 20:30:00	
Depois jantar	20:30:00 22:30:00	

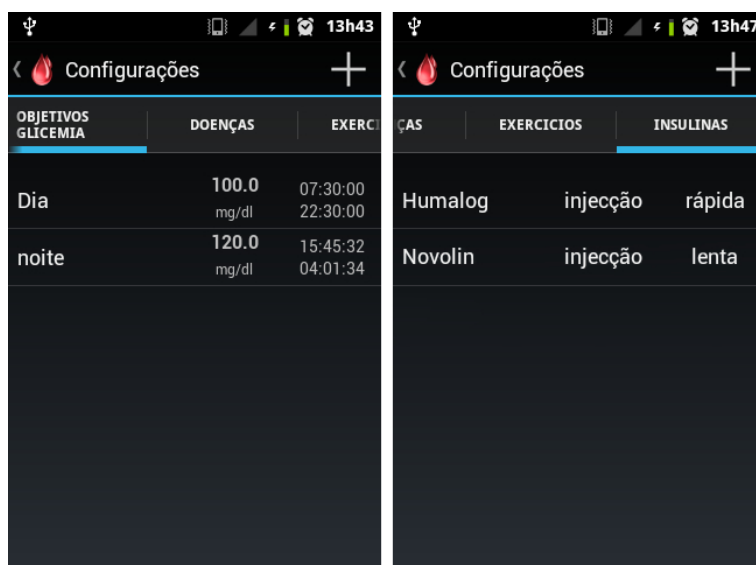
**Figura 4.18:** Abas de configurações e fragmento das fases do dia

Algumas das fases do dia estão pré-definidas na aplicação, sendo o seu nome não editável, no entanto o horário das mesmas pode ser ajustado ao dia-a-dia de cada diabético. Através do botão de ação no canto superior direito, o utilizador pode ainda adicionar novas fases do dia que necessite, definindo também para elas o seu horário. É também possível definir fases do dia sem nenhum horário, para o caso de alguma necessidade dos utilizadores. Para as fases do dia que têm definido o seu horário a aplicação seleciona a correspondente à hora de registo, para as restantes o utilizador terá que as selecionar manualmente.

Na figura 4.19 temos os fragmentos dos objetivos de glicemia e as insulinas utilizadas pelo diabético. O que torna uma mais valia o parâmetro objetivos de glicemia estar definido pelo doente é a ajuda no cálculo de insulina a ser administrada e a automatização da aplicação para selecionar o objetivo de glicemia para o horário indicado no registo. Assim, o utilizador não necessita de realizar os cálculos, bastando verificar se é o valor correto de insulina calculada e ajustar caso necessário para o valor que realmente vai administrar.

No caso das insulinas a serem administradas, este é um parâmetro de carácter obrigatório, isto para que o utilizador mantenha o registo correto de que insulina administrou e em que altura a administrou. Este parâmetro, tem também a definição do modo em

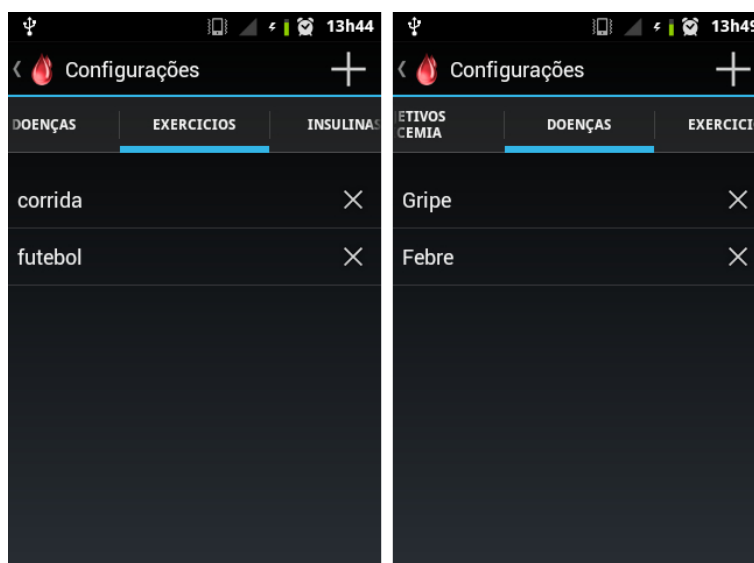
que a insulina é administrada e o tempo de ação<sup>3</sup> da mesma.



**Figura 4.19:** Abas de objetivos de glicemia e insulinas

Para os exercícios e doenças, como são tabelas auxiliares apenas com o propósito de ajudar o utilizador a mais rapidamente preencher os registos, o utilizador pode eliminar os registos diretamente na listagem. Isto porque o utilizador não necessita de editar estes registos, pode simplesmente apagar e criar novos exercícios/doenças. Na figura 4.20 é mostrado o ecrã dos parâmetros mencionados.

<sup>3</sup>O tempo de ação da insulina refere ao período de absorção da mesma pelo organismo. Geralmente as insulinas de ação rápida são usadas para os hidratos de carbono ingeridos numa refeição. As de ação lenta são geralmente usadas no início e/ou fim do dia para o organismo absorver lentamente a insulina mantendo a glicemia estável.



**Figura 4.20:** Abas de exercícios e doenças

#### 4.3.4 Registos

A realização de registos por parte do doente será a ação mais efetuada, assim sendo é a parte que é mais cuidada em termos de acesso e automatismo para facilitar a sua utilização.

Para todos os registos, a aplicação preenche automaticamente vários campos, podendo todos eles serem alterados pelo utilizador. Estes registos são, a data, a hora e a fase do dia. Desta forma o utilizador só necessita de colocar alguns valores, dependendo do registo a efetuar, e eventualmente adicionar notas à nova entrada. Esta seleção automática é realizada baseada na hora definida para cada fase do dia, bem como na hora do registo. Mesmo quando o paciente altere a hora do registo, a fase do dia irá ser alterada de acordo com a hora preenchida.

Na figura 4.21, na imagem da esquerda podemos ver os campos preenchidos automaticamente ainda sem qualquer dado inserido pelo utilizador, para o registo de uma refeição. Após o preenchimento da glicemia atual na imagem do centro e na imagem da direita a quantidade de hidratos de carbono, a aplicação faz o cálculo das doses de insulina a ser administrada baseando-se na glicemia, nos hidratos de carbono e no objetivo glicémico.

**Figura 4.21:** Atividade de registo de Refeição

Este cálculo é realizado à medida que as caixas de texto são preenchidas/modificadas, preenchendo a caixa de texto correspondente às doses de insulina.

O utilizador após guardar o registo, é direccionado para a listagem dos últimos registos, onde aí lhe é facultada a opção de edição de registos como é ilustrado na figura 4.22. Para aceder à edição de um registo, basta clicar na seta que se encontra no lado direito da linha referente ao registo.

Registos de Insulina			
Data e Hora	Insulina	Glicémia	
2013-08-21 18:37:47	Humalog	120.0	>
Antes jantar	0.5 uni.	mg/dl	

**Figura 4.22:** Listagem dos últimos registos de insulina

Para os registos de hidratos de carbono ou para registar uma refeição é possível adicionar a fotografia da refeição. A fotografia não fica guardada na base de dados, ela é guardada na memória externa, na pasta da aplicação. Na [BD](#) apenas é guardado o caminho para a fotografia.

Os restantes registos funcionam da mesma forma e com os mesmos automatismos para facilitar o utilizador a realizá-los, inclusivé na edição de registos. Na figura [4.23](#), é possível observar a edição de um registo de glicemia onde são mostradas as várias opções para a fase do dia.

Neste ecrã o utilizador também pode eliminar o registo. A aplicação irá mostrar uma caixa de diálogo de confirmação para prevenir casos de eliminação não intencionada.



Figura 4.23: Edição de um registo de glicemia

### 4.3.5 Relatório e salvaguarda da base de dados

Para a criação dos relatórios, recorri a biblioteca *droidText* apresentada na subsecção [4.1.5](#). Com esta biblioteca e mediante os dados a serem exportados para o relatório e o intervalo de datas seleccionado pelo utilizador, é possível criar um ficheiro **PDF** com os dados dos registos do diabético. Para a aquisição dos dados à [BD](#) recorri igualmente às estruturas previamente criadas para facilitar a leitura dos mesmos, criando tabelas no documento para a apresentação dos dados registados previamente na aplicação.

Na figura 4.24 encontra-se o ecrã onde o utilizador cria o relatório. Neste ecrã o utilizador escolhe, na lista de todos os dados, os dados a exportar através das *checkboxes* para os respetivos dados e tendo também a opção de enviar o relatório por email, caso o pretenda. O relatório é sempre guardado na pasta da aplicação na memória externa, sendo o nome do ficheiro a data que foi criado para mais facilmente identificar um relatório que queira rever.



Figura 4.24: Fragmento de criação de relatório

Para a salvaguarda dos dados, é disponibilizado ao utilizador a opção de efetuar uma cópia de segurança. Desta forma o diabético pode guardar todos os dados da aplicação, na memória externa do *smartphone*. Como todos os dados do utilizador, registos e parametrizações são guardados na BD, esta opção copia o ficheiro de BD para a memória externa, para a pasta criada pela aplicação. Desta forma, o utilizador, no caso de, por exemplo, mudar de dispositivo Android, pode copiar a pasta na memória externa<sup>4</sup> com a cópia de segurança, colocar na memória externa do novo dispositivo e importar os dados na aplicação. Este método simples, é possível devido as propriedades do SQLite descritas na subsecção 4.1.1.

O ecrã de salvaguarda é bastante simples, contendo apenas dois botões, um para a

<sup>4</sup>Memória externa, é memória disponibilizada para o utilizador guardar os seus ficheiros, que pode não ser removível do dispositivo ou ser removível, por exemplo um *SD Card*. No caso de ser removível e compatível em ambos os dispositivos, o utilizador precisa apenas de trocar, por exemplo, o *SD Card* e importar os dados na aplicação.

salvaguada da BD e outro para o restauro da mesma através da salvaguada anteriormente realizada. Abaixo no ecrã é apresentado também a data da última salvaguada por questões informativas. Na figura 4.25 encontra-se o ecrã onde o diabético pode realizar a salvaguada ou o restauro da BD. No caso de não existir nenhuma salvaguada ainda realizada, o botão para o restauro não se encontra habilitado.



Figura 4.25: Fragmento de salvaguada e restauro da BD

## 4.4 Observações

Com base no capítulo 3, que deu uma base sólida para o desenvolvimento da BD e da aplicação, consegui desenvolver a aplicação desejada. Foram encontradas algumas dificuldades no desenvolvimento, no entanto, os objetivos foram atingidos. A aplicação é simples para uma pessoa de idade mais avançada consiga utilizar, com um interface simples e explicativo. Algumas funcionalidades ainda devem ser implementadas como refere a secção 6.1, mas a base está funcional e pronta a utilizar. Mais algumas funcionalidades são demonstradas no próximo capítulo.



## Capítulo 5

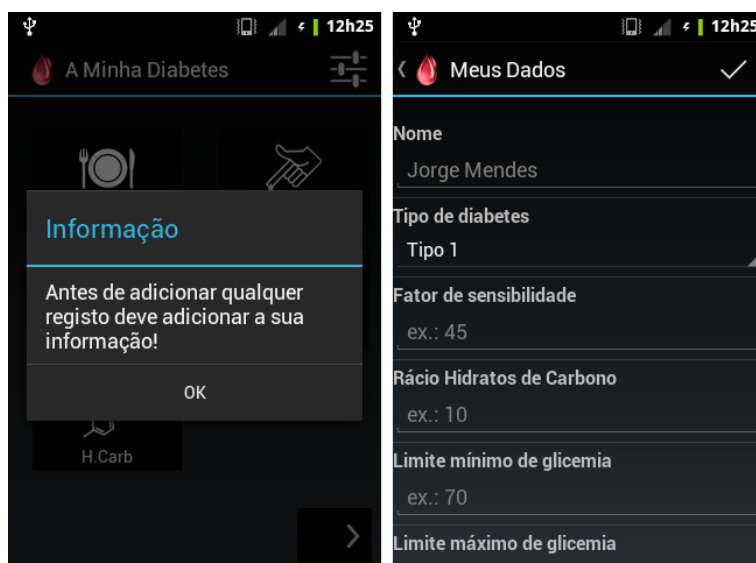
# Resultados

Neste capítulo são demonstradas as funcionalidades da aplicação bem como controlos existentes para ajudar o diabético na utilização da aplicação. Além destes resultados é igualmente apresentada a análise ao questionário realizado juntos dos diabéticos tipo 1. Esta análise é apresentada neste capítulo devido a data da chegada dos questionários.

### 5.1 Resultados da aplicação

#### 5.1.1 Alertas ao utilizador

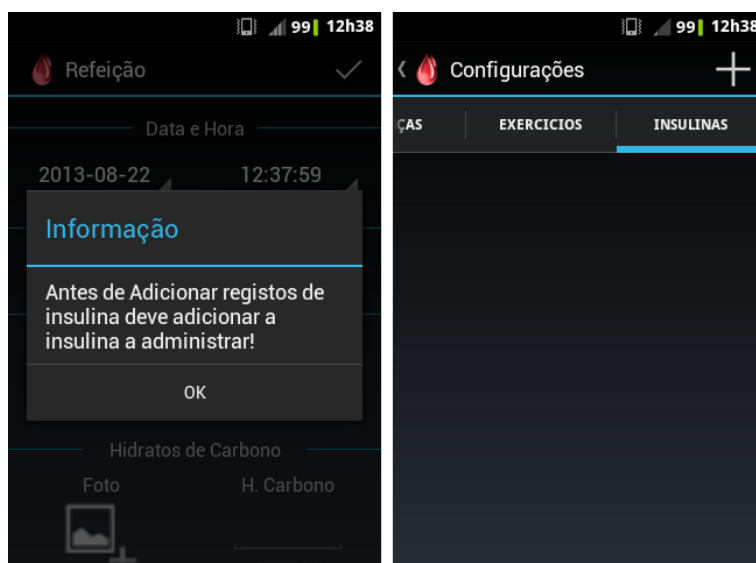
Após a instalação da aplicação no *smartphone* Android, o utilizador ao iniciar a aplicação é-lhe mostrado um alerta como mostra na figura 5.1, informando o utilizador que é necessário introduzir a sua informação. O utilizador ao clicar em "OK" é encaminhado automaticamente pela aplicação para o ecrã respetivo, como mostra também na figura 5.1.



**Figura 5.1:** Ecrã na primeira utilização da aplicação e ecrã de introdução de informação do utilizador

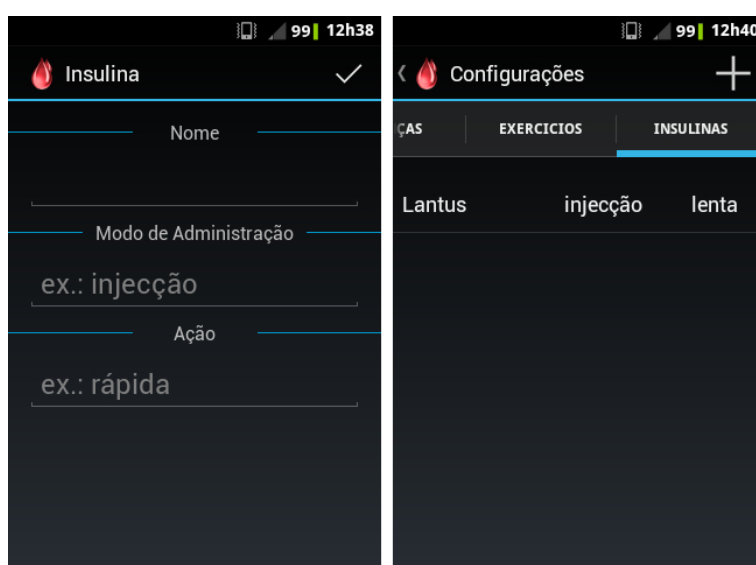
Os campos para preenchimento do utilizador têm texto de exemplo, com uma cor assombreada, próprio do sistema Android. Estes textos de ajuda, foram definidos para ajudar o doente a entender melhor, no caso de dúvidas, o que deve colocar em cada campo.

Após a introdução dos dados do utilizador, este já consegue realizar os registos que pretende, à exceção do registo de insulina. Para o registo da insulina é necessário que introduza previamente as insulinas que vai administrar, para que estas fiquem associadas a cada registo. Na figura 5.2 pode-se ver o alerta que é mostrado ao utilizador caso pretenda fazer um registo que envolva insulina (registo de refeição ou registo de insulina), e o ecrã para onde este é direcionado.



**Figura 5.2:** Indicação de não haver insulinas a administrar e ecrã de gestão de insulinas

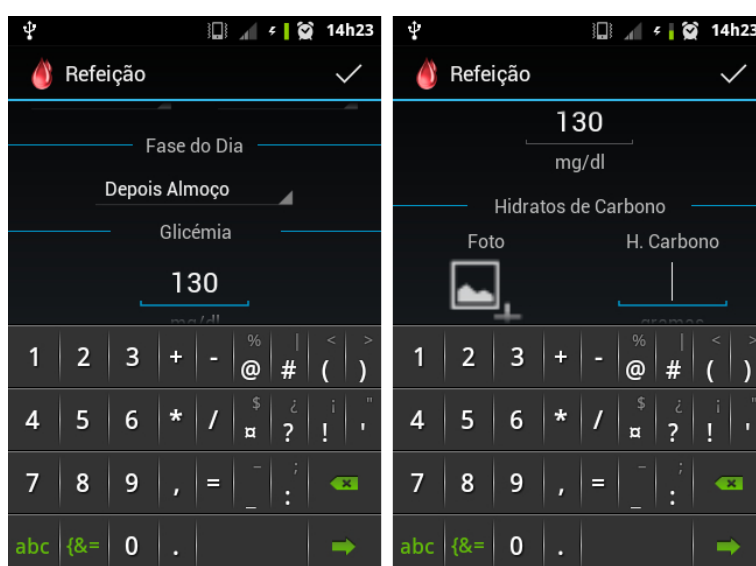
No ecrã apresentado do lado direito na figura 5.2, o utilizador ao clicar no botão + na *Action Bar* é direcionado para o ecrã apresentado na figura 5.3, onde introduz a informação necessária. Após gravar a informação esta é listada no ecrã anterior de forma ao utilizador ver todas as insulinas adicionadas a Base de Dados (BD). Voltando de seguida ao ecrã de registo onde lhe foi mostrado o alerta, o utilizador poderá então prosseguir com o registo.



**Figura 5.3:** Introdução de nova insulina

### 5.1.2 Introdução de dados assistida

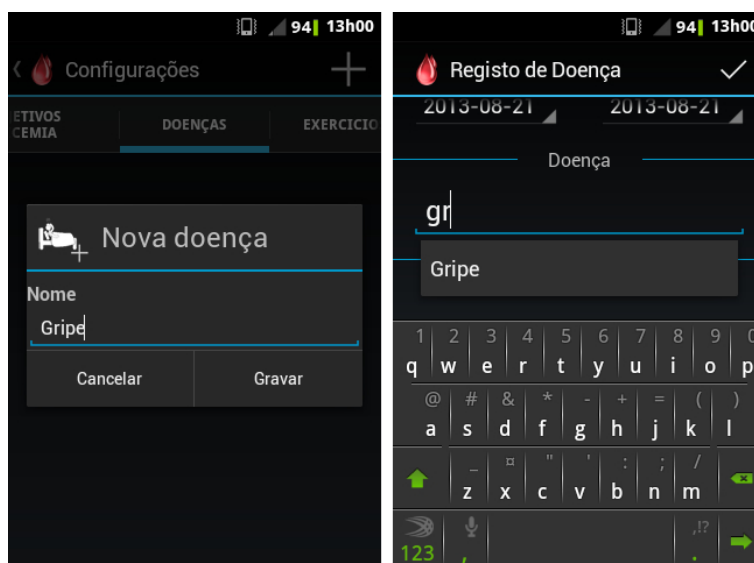
De forma a reduzir os toques no ecrã, e deslocamentos para visualizar os campos onde o utilizador deve introduzir a informação a registar, pode simplesmente clicar na seta direcional para a direita apresentada no teclado. Desta forma a aplicação guia o utilizador para o próximo campo. Na figura 5.4, é apresentado à esquerda a introdução do valor de glicemia, e após o utilizador tocar na seta direcional, o cursor passa para o campo dos hidratos de carbono. Este processo é contínuo até às notas, que é o último campo dos registos. De notar que o utilizador não necessita de seguir até as notas, quando a informação que pretende registar estiver completa, basta então tocar no botão de gravar, na *Action Bar* gravando o registo e voltando ao ecrã anterior.



**Figura 5.4:** Registo de refeição e uso da seta direcional para deslocamento para o próximo campo

### 5.1.3 Auto-adição de dados

De forma a auxiliar o utilizador nos registo de doenças e exercício físico, o utilizador poderá adicionar algumas doenças nas configurações como mostra no ecrã esquerdo na figura 5.5, que posteriormente é proposta caso o diabético registe alguma doença adicionada anteriormente nas configurações. Este ponto é exemplificado no ecrã direito da figura 5.5.



**Figura 5.5:** Registo de doença, com preenchimento assistido

No entanto, o utilizador não necessita de introduzir as doenças e exercícios nas configurações. Sempre que um novo registo de exercício ou doença é realizado, esse mesmo exercício ou doença é adicionado. Desta forma a aplicação vai guardando estas informações para propor ao utilizador na forma de *autocomplete*.

### 5.1.4 Relatório

O relatório que é exportado pela aplicação, contendo a informação existente na [BD](#) para os parâmetros seleccionados pelo diabético tem a configuração como mostra no anexo [Relatório - A Minha Diabetes](#). Para cada um dos tipos de registo, a informação está ordenada do mais recente para o mais antigo, permitindo ao leitor verificar a condição de saúde mais recente e verificando o seu histórico. Os dados no relatório são apresentados desta forma para que o diabético possa realizar uma apreciação mais fácil e rápida de cada leitura. Analisando cada tipo de registo individualmente torna mais fácil a compreensão para esse mesmo registo. No entanto é necessário criar outras formas de agrupamento para os dados. Este ponto será discutido na secção [6.1](#).

## 5.2 Questionário

No âmbito das reuniões nos serviços de endocrinologia dos Hospitais S. João no Porto e Santos Silva em V. N. Gaia foi realizado um questionário aos diabéticos tipo 1, utentes destes serviços, com o intuito de: perceber a sua predisposição relativamente à tecnologia, obter informação sobre o seu conhecimento de aplicações que ajudam na gestão de diabetes para smartphones, quais os registos que realizam atualmente, entre outras.

No anexo C encontra-se o questionário realizado aos diabéticos. Uma das perguntas, a número 11, não foi considerada devido aos inquiridos não terem percebido o intuito da pergunta. Após analisadas as respostas, compreendi que a pergunta deveria ter sido realizada em separado, pois os inquiridos não perceberam que se referia a aplicações que já usassem.

O intuito do questionário realizado aos diabéticos, seria recolher informação para melhor desenvolver a aplicação, no entanto as respostas aos inquéritos só conseguiram ser obtidas perto do fim do tempo para a dissertação. Deste modo, a análise seguinte utiliza os dados recebidos do Hospital S. João referentes a 66 inquéritos, sendo estes o alvo da análise. O resultado do questionário não está refletido no desenvolvimento da aplicação, ainda assim, a análise realizada é igualmente importante para verificar quais as necessidades dos inquiridos e o que foi desenvolvido.

No total dos inquiridos, 30 encontram-se na faixa etária dos 18 aos 29 anos, 31 na faixa dos 30 aos 55 anos e 5 acima de 56 anos de idade. Desta informação podemos verificar que não são doentes de idade avançada, o que poderá tornar-se fácil a adaptação a novas tecnologias.

Registos realizados atualmente pelos inquiridos			
Registo	Sim	Não	Não respondeu
Registo de glicemia	66	0	0
Registo de Insulina	57	9	0
Registo de H. Carbono	43	23	0
Registo de Exercício	26	40	0
Registo de Doenças	6	60	0
Registo de Peso	35	31	0
Registo de Pressão Arterial	29	37	0
Registo de Colesterol	17	49	0
Registo de HbA1c	31	35	0
Registo de episódios de stress	6	60	0
Registo de consultas	31	35	0
Registo de Exames	29	37	0

**Tabela 5.1:** Registos realizados atualmente pelos inquiridos

Observando os resultados obtidos pela tabela 5.1, a aplicação desenvolvida apenas não contempla os registos de consultas e exames, se englobarmos o registo de episódios de stress no registo de doenças. Não sendo apontado outro qualquer registo realizado pelos inquiridos, conseguimos contemplar na aplicação a maioria dos registos que os doentes fazem atualmente na aplicação, ficando para incluir na aplicação a possibilidade de estes registarem as suas consultas e exames.

Dos registos realizados atualmente pelos inquiridos, e atendendo às respostas dadas por estes, 48 pessoas fazem-nos em papel. É este o objetivo da aplicação, reduzir e mesmo eliminar a necessidade de fazerem os registos no papel, com ganhos descritos na secção 1.2. Também um grande numero de inquiridos realiza os registos no próprio medidor de glicemia, 49 dos inquiridos. Grande parte deles realizam registos no medidor de glicemia e no papel, 33 inquiridos que realizam os registos no papel, realizam também no medidor de glicemia. Possivelmente isto acontece devido à comodidade, visto que muitos dos medidores possibilitam o armazenamento dos dados de leitura. Existe ainda alguns inquiridos que fazem os seus registos em telemóvel, apenas 3, ou em bomba de insulina sendo este último apenas 1.

Os inquiridos foram igualmente questionados sobre a importância de cada um dos registos e a sua importância para o controlo de diabetes. Desta forma, podemos verificar quais os registos/funcionalidades que na opinião de cada diabético, são impor-

tantes. Podendo assim desenvolver a aplicação dando mais relevância aos interesses dos potenciais utilizadores. A questão foi realizada, usando uma escala para a sua importância, de "Irrelevante" a "Muito importante", estando os dados apresentados na tabela 5.2. De notar que, nesta tabela apenas estão contabilizadas as respostas assinaladas, para alguns registos houve inquiridos que não responderam.

Importância de cada registo no controlo da diabetes				
Registo/Funcionalidade	Irrelevante	Pouco Importante	Importante	Muito Importante
glicemia	0	0	3	61
H. Carbono	0	6	22	35
Pressão Arterial	0	10	33	19
Peso	0	15	31	17
Insulina	0	1	5	58
Medicação	1	14	15	29
Doenças	1	6	32	22
Stress	0	15	23	21
HbA1c	2	4	18	36
Exercício	1	4	23	35
Relatório/Gráficos	0	14	29	14

**Tabela 5.2:** Importância dada pelos inquiridos aos diferentes registos e funcionalidades

Observando os dados da tabela 5.2, os inquiridos deram menos importância aos registos de pressão arterial, peso, medicação, stress e relatórios. Com base nesta informação e no trabalho desenvolvido à data da análise dos questionários, os interesses dos inquiridos coincidem com o que foi desenvolvido, como descrito na secção 4.3.2.

Relativamente à predisposição para o funcionamento com *smartphones* foram realizadas algumas perguntas para tentar perceber as aptidões dos inquiridos. Dos 66 inquiridos, 65 têm computador dos quais apenas 7 não acedem à Internet. Segundo as respostas, em média cada diabético usa a Internet duas horas e meia por dia. Estes dados, revelam em parte alguma aptidão e conhecimento com tecnologia, que considero ser um indicador que demonstra aptidão para trabalhar com *smartphones*.

Questionados igualmente se os diabéticos têm telemóvel e qual o seu Sistema Operativo (SO) obtivemos a distribuição apresentada na tabela 5.3. Apenas foram contemplados 63 respostas devido a 3 dos inquiridos não terem respondido a uma das duas perguntas, se têm telemóvel e qual o seu SO.



Sistema operativo do telemóvel				
Não sei	Windows Phone	iOS (Apple)	Symbian OS	Android
19	2	9	14	19

**Tabela 5.3:** Sistema operativo dos telemóveis dos inquiridos

Avaliando as respostas a estas perguntas, posso deduzir que a capacidade de os inquiridos trabalharem com um *smartphone* para realizarem os registos não será uma barreira, visto que quase 70% das respostas válidas indicam ter conhecimento do SO do telemóvel, dos quais aproximadamente 47,6% usam *smartphone* (iOS, Android e Windows Phone). Não foram consideradas nesta percentagem as restantes respostas devido a serem inconclusivas. A opção "Symbian OS" poderia indicar telemóveis com este SO nas primeiras versões. A opção "Não sei" é auto-explicativa para este cálculo.

Questionados sobre o conhecimento da existência de alguma aplicação para gestão de diabetes, apenas 22,7% das respostas foram afirmativas, o que pode-se traduzir em falta de divulgação desta forma de registo. Pode dar-se igualmente o caso dos que conhecem alguma aplicação, não estarem interessados em utilizar por motivos diversos e alheios a este questionário, visto que apenas 3 pessoas responderam que realizam registos no telemóvel.

Com esta análise, pode-se concluir que o desenvolvimento realizado até agora está a coincidir em grande parte com os interesses e aptidões dos inquiridos.

## Capítulo 6

# Conclusões

O trabalho desenvolvido nesta tese teve como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação que ajudasse os diabéticos a melhor controlar a sua doença e os seus registos num *smartphone*. Um dos focos principais no desenvolvimento da aplicação foi a usabilidade por parte de uma grande faixa etária de utilizadores, desde adolescentes até pessoas mais idosas. Com este foco, houve um cuidado especial em desenvolver a aplicação o mais simples possível, onde não seja necessário por parte do utilizador, recorrer a gestos não intuitivos, como por exemplo arrastar.

A aplicação foi também desenhada para ir ao encontro das necessidades dos médicos, os quais, nas reuniões realizadas durante o levantamento de requisitos e desenvolvimento da aplicação, deram o seu *feedback* em relação às suas necessidades e também dos doentes. Pretendeu-se com isto recolher e registar o máximo de informação possível do dia do diabético, que fosse útil ao diabético e ao médico na análise da doença. O foco foi, como referido, o paciente e a usabilidade da solução.

O resultado final, é uma aplicação, na nossa opinião simples e intuitiva, com vários automatismos para facilitar a inserção de dados por parte dos diabéticos. Além da fácil inserção de dados, a aplicação apresenta funcionalidades para reduzir a necessidade de toques no ecrã e a ajuda no cálculo de insulina.

A interação com outros organismos e investigadores de outras áreas distintas da área de ciência de computadores, foi bastante gratificante, na medida em que me ajudou na realização deste projeto bem como conhecimento dessas mesmas áreas. Desta

interação, resultou também o desenvolvimento do questionário, o que me deu também experiência nesta área.

Do questionário, foi possível verificar que a aplicação desenvolvida vai, em geral, ao encontro dos interesses dos inquiridos. Foi também observado que quase metade dos inquiridos têm um *smartphone*, apesar de o [SO](#) não ser Android, demonstra que as pessoas aderem a novas tecnologias e que é possível chegar a essas pessoas com ferramentas que lhe ajudam nos cuidados de saúde.

## 6.1 Trabalho futuro

O projeto desenvolvido, tendo como intuito ajudar no dia-a-dia de um diabético, tem ainda trabalho a ser desenvolvido. Nomeadamente foram desenvolvidos projetos em paralelo para capacitar a aplicação de mais funcionalidades. Assim existe um módulo para visualização dos registos em gráficos para os utilizadores poderem ter uma perceção mais geral do seu estado de saúde, um outro módulo permite a sincronização de dados entre o *smartphone* e o computador e ainda a visualização dos dados em computador. A integração destes módulos na aplicação desenvolvida será realizada em trabalho futuro pelo que a visualização em gráficos do histórico dos registos ainda não é possível. Estes módulos serão uma mais valia para a aplicação e para a qualidade de vida dos diabéticos.

Disponibilizar mais opções para a forma como a aplicação agrupa os dados no relatório, nomeadamente, agrupar por fase do dia. Atualmente o relatório apenas agrupa os dados por tipo de leitura e é importante dar mais opções aos diabéticos e por consequência aos médicos.

Além desta integração, há também a necessidade de ajustar a aplicação aos resultados obtidos nos inquéritos como referido na secção [5.2](#), de modo a melhor atingir as necessidades dos diabéticos. Desenvolver o sistema de alertas de modo a tornar a aplicação mais robusta, possibilitando ao doente ser notificado para algumas situações críticas do seu estado de saúde. Possibilitar neste sistema de alertas a definição de regras baseadas em protocolos médicos e despoletados de acordo com os registos efetuados. Por exemplo, se o diabético fez exercício há menos de uma hora e vai

administrar insulina deve ter em conta o exercício, visto este ser um regulador de glicemia.

Possibilitar a ligação a dispositivos sem fios para recolha de dados, por exemplo, leitores de glicemia que disponham dessa mesma interface de comunicação para transmitir as leituras.

Além destas funcionalidades, é necessário realizar testes de usabilidade com vários utilizadores de modo a que se possa corrigir *bugs* e ajustar melhor a aplicação aos seus interesses.

# Referências

- [1] Android, “Activities - Android Developers,” <http://developer.android.com/guide/components/activities.html>, 2013, [Online; acedido em 17-05-2013].
- [2] —, “Tasks and Back Stack - Android Developers,” <http://developer.android.com/guide/components/tasks-and-back-stack.html>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].
- [3] C. D. Saudek, R. R. Rubin, and C. S. Shump, The Johns Hopkins Guide to Diabetes. Baltimore, Maryland: JHUP, 2001.
- [4] Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal, “Os sintomas,” <http://www.apdp.pt/conteudo.aspx?id=13&idm=7&area=Sintomas>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].
- [5] —, “Complicações,” <http://www.apdp.pt/conteudo.aspx?id=16&idm=7&area=Complica%C3%A7%C3%B5es>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].
- [6] Sociedade Portuguesa de Diabetologia, “Facto e números - relatório anual do observatório nacional da diabetes,” 2012.
- [7] D. Daneman, “Type 1 diabetes,” The Lancet, vol. 367, no. 9513, pp. 847–858, 2006.
- [8] Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal, “Diabetes tipo 1,” <http://www.apdp.pt/conteudo.aspx?id=11&idm=7&idc=43>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].
- [9] —, “Diabetes tipo 2,” <http://www.apdp.pt/conteudo.aspx?id=11&idm=7&idc=44>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].

- [10] —, “Diabetes gestacional,” <http://www.apdp.pt/conteudo.aspx?id=11&idm=7&idc=45>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].
- [11] D. K. King, D. J. Toobert, J. D. Portz, L. A. Strycker, A. Doty, C. Martin, J. M. Boggs, A. J. Faber, C. R. Geno, and R. E. Glasgow, “What patients want relevant health information technology for diabetes self-management,” Health and Technology, vol. 2, no. 3, pp. 147–157, 2012.
- [12] E.-G. O., T. P., N. N., and E. W., “A systematic review of it for diabetes self-management: Are we there yet?” International Journal of Medical Informatics, vol. 82, no. 8, pp. 637–652, 2012.
- [13] S. Krishna, S. A. Boren, and E. A. Balas, “Health care via cellphones,” Telemed. J. EHealth, vol. 15, pp. 231–240, 2009.
- [14] P.-Y. Benhamou, “Improving diabetes management with electronic health records and patients health records,” Diabetes Metab., vol. 37, pp. S53–S56, 2011.
- [15] Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal, “Tratamentos e cuidados,” <http://www.apdp.pt/conteudo.aspx?id=19&idm=17&area=Tratamentos+e+Cuidados>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].
- [16] C. Y. Lester, “Advancing the multidisciplinary nature of human computer interaction in a newly developed undergraduate course,” First International Conference on Advances in Computer-Human Interaction, pp. 177–182, 2008.
- [17] M. Fetaji, S. Loskoska, B. Fetaji, and M. Ebibi, “Investigating human computer interaction issues in designing efficient virtual learning environments,” 3rd Balkan Conference in Informatics, pp. 177–182, 2007.
- [18] T. T. Hewett, R. Baecker, S. Card, T. Carey, J. Gasen, M. Mantei, G. Perlman, G. Strong, and W. Verplank, “Investigating human computer interaction issues in designing efficient virtual learning environments,” ACM SIGCHI, 2009.
- [19] D. A. Norman, Design of Everyday things. Basic Books, 1988.
- [20] R. A. Leitão, “Creating mobile gesture-based interaction design patterns for older adults: a study of tap and swipe gestures with portuguese seniors,” 2012.
- [21] Android, “Design - Android Developers,” <http://developer.android.com/design/>

- [index.html](#), 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [22] thirdsector, “Third Sector Excellence Awards 2012: Use of Digital Media - Winner: Diabetes UK: iPhone app,” <http://www.thirdsector.co.uk/news/1152029/>, 2012, [Online; acessado em 20-08-2013].
- [23] Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal, “Gerir a diabetes através do telemóvel,” <http://www.apdp.pt/Upload/Media/Gerir%20a%20Diabetes.pdf>, 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [24] C. Coronel, S. Morris, and P. Rob, Database Systems: Design, Implementation, and Management, Ninth Edition. South-Western, 2013.
- [25] Hipp, Wyrick & Company, Inc., “SQLite is Transactional,” <http://sqlite.org/transactional.html>, 2013, [Online; acessado em 25-05-2013].
- [26] —, “About SQLite,” <http://www.sqlite.org/about.html>, 2013, [Online; acessado em 22-05-2013].
- [27] —, “SQLite Copyright,” <http://www.sqlite.org/copyright.html>, 2013, [Online; acessado em 22-05-2013].
- [28] Android, “Support Library - Android Developers,” <http://developer.android.com/tools/extras/support-library.html>, 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [29] —, “Fragments - Android Developers,” <http://developer.android.com/guide/components/fragments.html>, 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [30] J. Wharton, “ActionBarSherlock,” <http://actionbarsherlock.com/>, 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [31] S. Shatunov, C. Versieux, “Holo Everywhere,” <https://github.com/Prototik/HoloEverywhere>, 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [32] M. Neubrand, “droidText - PDF creation on android,” <http://code.google.com/p/droidtext/>, 2013, [Online; acessado em 20-05-2013].
- [33] M. T. Goodrich, Data Structures and Algorithms in Java, 4th Ed. John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [34] A. Silberschatz, H. F. Korth, and S. Sudarshan, Database System Concepts, Fifth

Edition. McGraw-Hill, 2005.

[35] R. Elmasri and S. B. Navathe, Fundamentals of Database Systems, Third Edition. Addison Wesley, 2002.

[36] Android, "Package Index - Android Developers," <http://developer.android.com/reference/packages.html>, 2013, [Online; acedido em 20-05-2013].



## Anexo A

# Acrónimos

**ACID** Atomicity, Consistency, Isolation, Durability

**ADT** Android Developer Tools

**APDP** Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal

**API** Application Programming Interface

**BD** Base de Dados

**EER** Entidade e Relação Estendido

**HbA1c** Hemoglobina Glicosilada

**IDE** Integrated development environment

**IPM** Interação Pessoa-Máquina

**JVM** Java Virtual Machine

**SGBD** Sistema de Gestão de Base de Dados

**SO** Sistema Operativo

**XML** eXtensible Markup Language

## **Anexo B**

# **Relatório da aplicação**

Nas páginas seguintes temos um exemplo de um relatório exportado pela aplicação. São necessárias algumas alterações ao formato para que o médico e o paciente consigam mais facilmente entender e analisar os dados.

# Relatório - A Minha Diabetes

De 2013-05-26 a 2013-08-26

Nome: João Graça

Diabetes: Tipo 1

Rácio Insulina: 46

Rácio H. Carbono: 12

---

## Leituras de glicemia

Data	Hora	Valor (mg/dl)	Fase do dia	Notas
2013-08-26	15:15:21	130.0	Depois Almoço	
2013-08-26	15:13:15	95.0	Depois Almoço	
2013-08-25	15:13:04	150.0	Depois Almoço	
2013-08-24	15:12:54	130.0	Depois Almoço	
2013-08-23	15:12:41	90.0	Depois Almoço	
2013-08-22	14:40:45	110.0	Depois Almoço	
2013-08-22	12:41:01	88.0	Antes almoço	
2013-08-22	08:45:03	90.0	Antes Peq. almoço	

---

## Leituras de insulina

Data	Hora	Glicemia (mg/dl)	Objectivo (mg/dl)	Nome Insulina	Insulina (unidades)	Fase do dia	Notas
2013-08-26	15:15:21	130.0	100.0	Lantus	0.5	Depois Almoço	
2013-08-23	15:15:06		100.0	Lantus	2.0	Depois Almoço	
2013-08-22	12:41:01	88.0	115.0	Lantus	3.0	Antes almoço	

---

## Leituras de Hidratos de Carbono

Foto	Data	Hora	H. Carbono (mg)	Fase do dia	Notas
	2013-08-26	15:15:48	2.0	Antes jantar	
	2013-08-26	15:15:38	5.0	Depois Almoço	
/MyDiabetes/2013-8-22 12.41.34.jpg	2013-08-22	12:41:01	45.0	Antes almoço	

---

## Leituras de exercicio

Data	Hora	Exercicio	Duração (min)	Esforço	Notas
2013-08-26	15:13:26	andar	90	Muito Leve	
2013-08-22	18:45:02	jogging	35	Moderado	4km

---

## Leituras de Pressão Arterial

Data	Hora	Sistólica	Diastólica	Fase do dia	Notas
2013-08-22	20:55:54	120	90	Antes jantar	Depois de fazer desporto

---

## Leituras de Doenças

Inicio	Fim	Doença	Notas
2013-08-21	2013-08-21	Gripe	Gripe leve, febre de 39°

---

## Leituras de Colesterol

Data	Hora	Valor (mg/dl)	Notas
2013-08-26	15:16:25	100.0	

---

## Leituras de Peso

Data	Hora	Valor (Kg)	Notas
2013-08-26	15:16:48	75.0	

---

## Leituras de HbA1c

Data	Hora	Valor (%)	Notas
2013-08-26	15:17:00	4.5	

---

## **Anexo C**

### **Questionário**

Nas páginas seguintes temos o questionário realizado, aos diabéticos tipo 1, nos hospitais S. João no Porto e Santos Silva em V. N. Gaia.

## Questionário

O presente questionário pretende identificar o contacto que as pessoas com diabetes têm com tecnologias como os *smartphones*, e sobre os seus hábitos de registo de leituras de glicemia e de outros dados relacionados com a diabetes. O questionário é anónimo e confidencial, não sendo necessária nenhuma identificação.

O estudo é realizado no âmbito de uma tese de mestrado da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Para mais informações sobre o estudo poderá contactar o aluno João Graça através do e-mail [up200805648@alunos.dcc.fc.up.pt](mailto:up200805648@alunos.dcc.fc.up.pt) ou Prof. Pedro Brandão através do e-mail [pbrandao@dcc.fc.up.pt](mailto:pbrandao@dcc.fc.up.pt).

1. Idade: \_\_\_\_\_

2. Há quantos anos foi diagnosticado com diabetes: \_\_\_\_\_

3. Assinale os registos que faz para o seu controlo da diabetes:

<input type="checkbox"/>	Glicemias
<input type="checkbox"/>	Insulina tomada
<input type="checkbox"/>	Pressão arterial
<input type="checkbox"/>	Hidratos de Carbono das refeições
<input type="checkbox"/>	Exercício Físico
<input type="checkbox"/>	Outra medicação
<input type="checkbox"/>	Episódios de outras doenças
<input type="checkbox"/>	Hemoglobina Glicosilada (Hb A1c)
<input type="checkbox"/>	Peso/Altura
<input type="checkbox"/>	Colesterol
<input type="checkbox"/>	Episódios de <i>stress</i>
<input type="checkbox"/>	Consultas médicas
<input type="checkbox"/>	Exames olhos/pés
<input type="checkbox"/>	Outro: _____

4. Onde faz esses registos?

<input type="checkbox"/>	Papel/bloco de notas
<input type="checkbox"/>	Computador
<input type="checkbox"/>	Telemóvel
<input type="checkbox"/>	Medidor de Glicemia
<input type="checkbox"/>	Outro: _____

5. Usa esses registos para um melhor controlo da diabetes?

- ☐ Uso  
☐ Uso apenas por ordem médica  
☐ Não uso

6. Faz os registos por que motivo?

- ☐ Ordem médica  
☐ Iniciativa própria  
☐ Não faço registos  
☐ Outro motivo: \_\_\_\_\_

7.

	Sim	Não
Tem Computador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tem telemóvel?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Se tem computador, em média, quantas horas acede por dia à internet? \_\_\_\_\_

9. Se tem telemóvel, qual é o sistema operativo do seu telemóvel?

- ☐ Android  
☐ Symbian OS (Nokia)  
☐ iOS (Apple)  
☐ Windows Phone  
☐ Blackberry OS  
☐ Não sei  
☐ Outro: \_\_\_\_\_

10. Tem conhecimento de alguma aplicação para *smartphone* que auxilie nos registos para o controlo da diabetes?

- ☐ Sim  
☐ Não

11. Se usar alguma aplicação existente, ou se poder vir a usar, indique quais os registos que faz e quais os que estaria disposto a fazer:

	Faz Atualmente	Aceitaria fazer
Glicemias		
Insulina tomada		
Pressão arterial		
Hidratos de Carbono das refeições		
Exercício Físico		
Outra medicação		
Episódios de outras doenças		
Hemoglobina Glicosilada (Hb A1c)		
Peso/Altura		
Colesterol		
Episódios de stress		
Consultas médicas		
Exames olhos/pés		
Relatórios/Gráficos para consultas/análise própria		
Alertas		
Outras: _____		

12. Na sua opinião como avalia a importância dos seguintes registos para o controlo da diabetes?

	Irrelevante	Pouco importante	Importante	Muito importante
Glicemia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H. Carbono	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pressão arterial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Insulina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medicação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Doenças	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stress	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
HbA1c	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Atividade física	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Relatórios/Gráficos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Outros, indique p.f.

---



---

Obrigado pela sua participação.